Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

STAT

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ТРУДЫ
БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

III

TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК
ЛЕНИНГРАД — МОСКВА
1935

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ТРУДЫ
БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

III

TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК
ЛЕНИНГРАД — МОСКВА
1935

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

STAT

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР

Декабрь 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. П. Волгин*

Редакторы издания: акад. В. И. Вернадский и А. П. Виноградов

Технический редактор А. Д. Покровский. — Ученый корректор А. А. Типольт

Сдано в набор 20 июля 1934 г. — Подписано к печати 21 декабря 1934 г.

Формат бум. 72×110 см. — $17^1/_2$ печ. л. — 65 960 печ. зн. — Тираж 1175

Ленгорлит № 31970. — АНИ № 269. — Заказ № 139

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

А. П. Виноградов. Химический элементарный состав организмов и периодическая система Д. И. Менделеева 5

Б. К. Бруновский и К. Г. Кунашева. Некоторые данные относительно содержания радия в растениях и в водах 31

К. Г. Кунашева и Б. К. Бруновский. Влияние почвенного песка на определение радия в растительных организмах 45

В. М. Дирш. Геохимические константы v и e некоторых видов насекомых 49

И. А. Титов. Данные о наименьших количествах электролитов в воде сфагновых болот 61

А. П. Виноградов. Химический элементарный состав организмов моря 63

SOMMAIRE

Page

* A. Vinogradov. La composition chimique élémentaire des organismes vivants et le système périodique des éléments chimiques 5

* B. Brunovsky et C. Kunaševa. Quelques données sur le contenu du radium dans les plantes et dans les eaux 31

* C. Kunaševa et B. Brunovsky. Sur l'influence des parties squélettiques dessols sur la détermination du radium dans les plantes 45

* V. Dirsch. Les constantes de l'énergie géochimique (v et e) pour quelques éspeces d'insectes 49

* I. Titov. Sur le contenu minimum des électrolytes dans les eaux des marais sphagniques 61

* A. Vinogradov. La composition chimique élémentaire des organismes marins . . 63

* Le titre marqué d'un astérisque est une traduction du titre original.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР · III
TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS · III

А. П. ВИНОГРАДОВ

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЗМОВ И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

1. Химический элементарный состав организмов

До сих пор еще широко распространен тот взгляд, что все организмы, как растительные, так и животные, состоят из ограниченного числа определенных химических элементов, а именно: H, C, N, O, P, S, K, Ca, Fe и еще десятка некоторых других, называемых обычно после Errera[1] „биогенными элементами".

Эти представления перешли в науку с конца XVIII в. и удержались в ней в течение всего истекшего столетия. Они утвердились на почве идеи об единой протоплазме биологов еще в начале прошлого века. Однако ни биологи, ни медики не касались во всей полноте вопроса о количественном химическом элементарном составе организмов. Известное значение он приобрел в агрономических науках в связи с учением об урожайности, после Sprengel'я, Liebig'а и др., и отчасти также в науках геоминералогических в связи с изучением геологической деятельности организмов. Но и здесь этот вопрос и по сие время еще не получил самостоятельного значения.[2]

Нужно все же заметить, что неоднократно с разных сторон возбуждались научные споры о причинах того или иного химического элементарного состава организмов или нахождения в них каких-либо реже встречаемых химических элементов. Но они носили, если так можно сказать, частный характер, не захватывая всей проблемы о химическом элементарном составе организмов в целом. Так, напр., нахождение C, P, N и т. д. в организмах объяснялось частой встречаемостью этих элементов. Считали далее, что так называемые биогенные элементы имеют малый атомный вес, от чего впрочем пришлось вскоре отказаться, как

[1] Errera L., Malpighia, I, оттиск, стр. 1 (1886).

[2] Понятия о биосфере, живом веществе и его составе, введенные В. И. Вернадским, в настоящее время приняты всеми видными геохимиками; см., напр., V. Goldschmidt, Die Naturwissenschaft, 1930, 47/49, стр. 999. Его же. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 2 изд., „Geochemie"; Ферсман А. Е., Геохимия, 1934, стр. 247.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

только были найдены в организмах элементы с большим атомным весом.[1] Затем связывали нахождение названных элементов с особым положением их в ряду напряжений;[2] со способностью давать многочисленные соединения углерода (C) и т. п.

Мы не имели в виду в этой работе останавливать внимание на истории разбираемой проблемы, надеясь когда-нибудь к ней вернуться, и поэтому позволим сейчас непосредственно обратиться к современному положению дела с химическим элементарным составом организмов.[3]

За последние 30 лет и особенно за самые последние годы, в связи с применением более совершенных методов исследования, в организмах было обнаружено присутствие еще целого ряда других, ранее не замеченных исследователями, химических элементов. В отличие от первых (C, N, P и т. д.) вновь находимые элементы встречались в организмах в меньших количествах. Поэтому удобно первые, находящиеся в порядке от 10^{1}% до 10^{-2}% называть макроэлементами. Они составляют 99.0% по весу организмов. Реже встречаемые от 10^{-3} до 10^{-5}% будем называть микроэлементами, а все остальные, встречающиеся в количестве $<10^{-5}$% — ультра-микроэлементами. Нахождение последних в организмах вначале рассматривалось как случайное, вследствие загрязнения. Вопрос об их физиологической необходимости решался всегда значительно позже времени их открытия в организмах, иногда через полвека и даже больше. Так было, напр., с J, Cu, Mn и др., физиологическая роль которых в обмене всех организмов оказалась черезвычайно важной. Значение других подобных химических элементов, напр. B, Br, Zn и др., находится сейчас, так сказать, в стадии признания. Мы не будем здесь вторгаться в вопросы физиологической роли отдельных химических элементов, но из дальнейшего изложения многое представится интересным и для физиолога. Скажем, что мы держимся того взгляда, что отрицать физиологическую роль какого-либо из 92 химических элементов в отношении того или иного организма у нас нет основания и тем более тогда, когда данный элемент в нем постоянно встречается.

До настоящего времени было обнаружено в различных организмах более 60 химических элементов, и мы уже сейчас можем догадываться о нахождении, вероятно, еще двадцати других. В число 60 не входят, напр., редкие газы (кроме аргона), которые проникают в организмы вместе с воздухом.

Из элементов редких земель были найдены лишь 5 элементов. Но в этой области еще нет работников. Наконец из сильно-радиоактивиых эле-

[1] Иод хотя и был открыт в организмах еще в 1812 г. Courtois, но физиологическое значение его было признано после работ Baumann'a (J в щитовидной железе) лишь в 1896 г. Об атомном весе биогенных элементов и его значении см. у Sestini, Gaz. Chimica Ital., XV, p. 107.

[2] См. Sestini, Gaz. Chimica Ital. T. 15, 1885, стр. 107. Об электроположительных и электроотрицательных элементах и их значении для организмов.

[3] См. В. И. Вернадский, Очерки геохимии, где этот вопрос поднят, и настоящие Труды — стр. 63.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ментов найдены Ra, Rn; спорным является нахождение Th, что в свою очередь поставило вопрос о нахождении в организмах $MsTh_I$ и RaTh.[1] Отсутствуют указания на элементы платиновой группы.

Большинство известных данных касается качественной стороны. Количественным определением затронуто всего 30—35 химических элементов.

Помимо того, что мы сказали о числе найденных элементов, необходимо еще сказать и о том количестве видов организмов, которое было подвергнуто анализу. Ранее мы уже приводили подобные данные по этому поводу.[2] Сейчас позволим себе ограничиться лишь выводами из последних. Число аналитически исследованных видов составляет не более 2000 для животных, тогда как специалистами зоологами найдено и описано не менее 1 000 000 видов. Для растений не более 5000 видов было так или иначе затронуто аналитическими исследованиями, а найдено и описано ботаниками около 300 000 видов. Все анализы далеко не полные. Полных анализов, подразумевая под этим определение одновременно для одного вида организма 25—50 химических элементов, вообще нет. Ценность материала отчасти компенсируется многочисленностью анализов по отношению макроэлементов (исключая H, C, O) и в меньшей степени по отношению микроэлементов. Отдельных же аналитических проб можно насчитать несколько сотен тысяч. Всеми этими материалами мы и воспользовались в настоящей работе.

В совершенно новую фазу вступил вопрос о химическом элементарном составе организмов с появлением работ акад. В. И. Вернадского о геохимическом изучении живого вещества, изложенных в ряде статей.[3]

Основанием для подобной постановки вопроса послужила непрекращающаяся в течение почти двух миллиардов лет грандиозная геохимическая работа организмов, огромные массы которых участвуют в породообразовании и химический элементарный состав которых, следовательно, ближе может быть понят на геохимической основе. Акад. В. И. Вернадский первый свел все имевшиеся данные по химическому элементарному составу в известную таблицу среднего химического элементарного состава живого вещества.

Это был значительный шаг вперед по сравнению с прошлым.

2. О характере распределения химических элементов в организмах и количественном составе

С геохимической точки зрения представлялось важным не только обнаружение тех или других элементов в организмах, но и их распределе-

[1] См. В. И. Вернадский, „Природа" 1932, № 5, стр. 414.

[2] А. П. Виноградов, Записки фізично-мат. відділу В. А. Н. Т. IV, в. 5, стр. 357, 1930, и „Природа" 1931, № 3, стр. 230. В настоящих Трудах, стр. 63.

[3] В. И. Вернадский, Записка об изучении живого вещества с геохимической точки зрения. Изв. Акад. Наук, 1921, а затем см. литер. в „Очерках геохимии", 4-е изд., 1934 г.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ние и сочетание в определенных видах организмов и, наконец, количественное содержание. Ближайшее рассмотрение того, что известно о химическом элементарном составе организмов, позволяет уже сейчас сделать некоторые заключения и отметить хотя бы общие черты распределения отдельных элементов в организмах. Поскольку химический элементарный состав отдельных видов может отличаться от химического элементарного состава всей совокупности организмов (живого вещества), наша задача разбивается на две. Во-первых, мы должны познакомиться с главными чертами химического элементарного состава отдельных видов и, во-вторых, всего живого вещества. Первое более интересно для биолога, а второе — для геохимика. Нетрудно заметить для всех организмов ряд общих черт их количественного состава (о качественном составе следует из всего сказанного в первой главе). Достаточно хорошо известны, напр., узкие пределы колебания в содержании таких элементов, как O, H, C, N, P и многих др. Мы привыкли, напр., считать, что в организмах содержится около 70—80% H_2O или 0.3—3% азота, или, наконец, что в большинстве организмов находятся лишь „следы“ As, J, Cu и т. п.

Содержание микроэлементов подвержено от вида к виду, повидимому, большим колебаниям.[1] В то же время известен целый ряд организмов, накапливающих отдельные химические элементы, как исключение из общего правила, до целых процентов, напр. Ca, Si, Fe, Mn, Al, Sr, Ba и др. Все это указывает на характерность химического элементарного состава различных видов. Мы привели только-что наиболее контрастные примеры. Содержание и других химических элементов, находимых в тех или иных количествах, тоже не менее типично для отдельных видов организмов, на что еще недостаточно обращено внимание. Нами приводились в свое время многочисленные примеры.[2] Колебания количественного химического элементарного состава в пределах вида напоминают подобные же индивидуальные колебания (изменения) морфологических признаков у организмов. Изменения касаются главным образом тех химических элементов, которые, как мы увидим дальше, находятся в определенных точках кривой (см. стр. 13). Таким образом, химический элементарный состав характерен для вида, иными словами, является его видовым признаком. Это заключение, в результате самого общего знакомства с некоторыми чертами химического элементарного состава организмов, не является неожиданным. Исторически оно вытекает из признания географических ареалов распространения для отдельных видов, родов, семейств организмов, что в свою очередь связывало организмы

1 В то время как макроэлементы чаще колеблются в пределах одной декады, микроэлементы обычно колеблются в пределах нескольких декад (для разных организмов), иными словами, первые изменяются „на несколько“, вторые „в несколько раз“.

2 Отчасти в докладе, помещенном в „Природе“ 1931, № 3, стр. 230; в „Геохимии живого вещества“ 1932, изд. А. Н., и больше в работе „Химический элементарный состав морских организмов“ в настоящих Трудах, стр. 63.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

с определенным субстратом питания, понимая это в широком смысле слова. Наше заключение лишь вносит геохимическую ясность в понятие вида. Химический элементарный состав организма дает представление о той геохимической функции, с которой он связан. Мы знаем поэтому организмы кальциевые, кремниевые, железные и т. п. и более сложные. Совокупность подобных организмов составляет особенно характерные биоценозы, напр., на песках, известняках, глинистых и болотистых почвах или солончаках и рапе и т. п. И в обычных широко распространенных биоценозах, напр., различных лугах, хвойном и лиственном лесу и т. д., мы также встречаемся с различием химического элементарного состава. Задача будущего собрать и рассмотреть эти факты с точки зрения той зональности, с которой мы встречаемся при изучении распределения организмов на земном шаре. С геохимической точки зрения еще более значения имеет выяснение состава всего живого вещества биосферы. Можно считать, что этот состав определяется химическим составом с одной стороны организмов моря, а с другой организмов суши. Средний химический элементарный состав живого вещества также содержит в преобладающем количестве макроэлементы и в меньшем все другие. За немногими исключениями (Li, Be, B, F, Ne, Ar) элементы от первого до двадцатого номера системы Менделеева включительно составляют главную массу живого вещества — 99.9%. Но выражение среднего химического элементарного состава организмов, как это приведено, напр., в таблице, на которую мы выше сослались, взято в известном приближении и чаще по высшему пределу. Действительное среднее нам не известно, так как для этого следовало бы знать не только химический элементарный состав отдельных видов, но и их массу — что на границе возможности. Поэтому в дальнейшем мы будем пользоваться данными для нахождения того или иного элемента в организмах по его обычному наиболее частому процентному содержанию в подавляющем большинстве организмов. Таким образом случаи более высокого содержания каждого данного элемента в незначительной массе специальных организмов будут отсеяны, как не могущие влиять на результирующий средний состав. Этим путем мы близко подходим к действительно среднему химическому элементарному составу.

3. Количественный атомный состав организмов

Задача каждого исследователя, который бы попытался найти дальнейшее обобщенное научное выражение или закон для количественного химического элементарного состава организмов, состоит в уменьи отразить в нем обе стороны явления, на которых мы только что останавливались, — химический элементарный состав вида и химический элементарный состав всего живого вещества. Только в такой связи нам представляется, что химический элементарный состав рода, вида и т. п. смог бы приобрести геохимический смысл и не быть ненужной формулой. Обращаясь к извест-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ным исследованиям над распространением химических элементов в земной коре, метеоритах и т. п., мы встречаемся с наиболее установившимся взглядом о связи количества атомов в них с атомным порядковым числом. На основе данных F. Clarke, В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана и др. за последние годы эти мысли были развиты в отношении состава земли, ее коры, звезд, солнца рядом геохимиков — P. Niggli,[1] Noddack J. u. W.,[2] C. Payne,[3] H. Russell,[4] V. Goldschmidt,[5] А. Ферсман.[6]

Ими была показана графически зависимость между количеством атомов, выраженном числом логарифма и порядковым номером (или его логарифмом). Общей в указанных исследованиях является тенденция сглаживания полученной кривой, попытка изобразить этот закон линейной функцией. А. Е. Ферсман пошел дальше, получив числовые значения для количеств атомов путем квантования. Он нашел тогда, что все кривые клэрков солнца, земли и т. д. сходны между собой.

Первая подобная попытка ввести атомные проценты вместо весовых для химического элементарного состава организмов была сделана в одной из работ в Биогеохимической лаборатории,[7] заставившей в частности обратить внимание на иной порядок расположения при этом химических элементов, чем он имел место при выражении в весовых процентах; как на пример укажем на перемещение O и H (в весовых процентах O около 80%, а H около 10%; в атомных процентах — O около 30%, а H около 60%).

Далее представилось возможным произвести подобный подсчет для некоторых организмов, их групп и целых биоценозов. В результате подбора материала и его изучения мы выяснили, что и более крупные единицы, несмотря на ограниченность данных, в известной мере могли быть объектом аналогичного рассмотрения. Мы прежде всего остановились на живом веществе суши, исчисляемом нами порядка $n \cdot 10^{17}$ грамм. Здесь оказалось возможным найти нужные сведения; полученные выводы, как мы увидим далее, могут быть распространены на все живое вещество планеты.

На суше определяющим моментом для химического состава является лес. Второе подчиненное место занимает травянистая растительность и живое вещество почвы и наконец животные. Лес занимает площадь, равную 22% всей суши (без полярных районов), т. е. около 25 млн. кв. км[8] ($2.5 \cdot 10^{13}$ кв. м), причем площадь, занятая хвойным и лиственным (и смешанным) лесом, раза в четыре больше площади, занятой собственно тро-

1 Niggli P., Fennia, 50, № 6. 1928.

2 J. u. W. Noddack., Naturwissensch., 18, 757, 1930.

3 Payne C. H., Stellar Atmospheres, Harvard Obs., Mon. 1, 1925.

4 Russell H. N. The composition of the stars. Oxford, 1933.

5 V. M. Goldschmidt, Naturwissenschaften. 1930, s. 999.

6 Ферсман А. Е., ДАН, 1932, стр. 261.

7 В. И. Вернадский и А. П. Виноградов, ДАН, 1931, стр.148. C. R. Acad. Paris. T. 193, 1931, p. 560.

8 R. Zon and W. N. Sparhawk, Forest resources of the world. Unit. St. Dep. agriculture, № 7, 1928 г.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

пическим лесом.[1] Если для лесов хвойных и лиственных (умеренной полосы) мы довольно точно можем найти массу стволов деревьев,[2] то для тропических лесов это значительно труднее. Количество вещества на кв. м. у них в несколько раз больше. Расчет из разных данных и сопоставлений дает для всех лесов суши число $n \cdot 10^{17}$ г живого вещества.[3] С другой стороны, количество наземной травянистой растительности примерно исчисляется раз в пять — десять меньше массы леса, т. е. того же порядка, что и масса леса. Из этих данных можно найти обычный средний элементарный состав для большинства макроэлементов, благодаря многочисленным определениям их как в лесных породах,[4] так и в травянистой растительности.[5] Массу лесных пород составляют их стволы (с корнями и корой). Листья и хвоя, имеющие иной, чем древесина, химический элементарный состав с большим количеством золы, составляют небольшой процент всей массы дерева (5—10%). Химический элементарный состав травянистой растительности определяется прежде всего Gramineae. Злаки, характеризующиеся в частности высоким содержанием Si (в соломе, листьях до 70% SiO_2 на золу или 1—2% на жив. вещ.), в настоящее время широко распространены в природе, образуя во многих местах основы огромных и характерных растительных формаций. Так, напр., наши луга с многочисленными Poa, Agrostis, Calamagrostis, Phleum, Alopecurus и многие др. и большие площади — поля культурных злаков; ковыльная степь со Stipa; закаспийские степи с Lasiagrostis splendens или прерии Сев. Америки с Agropyrum repens и многими др. гигантскими злаками. Еще более мощный характер имеет эта растительность в теплых широтах. Напомним пампасы Южной Америки с гигантскими Gynerium argenteum; саванны Бразилии, Африки и Австралии с Danthonia, Eragrostis, Panicum и др. (и многими Cyperaceae, также богатыми Si). Наконец, джунгли тропической Азии с зарослями Bambusa и Dendrocalamus (табашир!), а также кустарниковые заросли злака Imperata arundinaceae и т. д. и т. д.

[1] Часто считают за площадь, занятую тропическим лесом и ту, которая занята саваннами и т. п., что вместе составляет площадь, почти равную занятой хвойными и лиственным лесами.

[2] Именно они составляют главную массу вещества.

[3] Т. е. в пределе не выше 10^{18} г при наибольшем значении n.

[4] Для деревьев см.: I. Schreder, Tharandter forstl. Jahrb. Bd. XXIV — XXVI, 1874—1876; Forstch. u. pflanzenphys. H. 1. 1878.
R. Weber, Forstl. Blätter v. Grunert. 1876, стр. 257.
W. Schütze, Zeit. f. Forstl. u. Jagdwesen. Bd. VIII, стр. 371. 1876.
L. Grandeau u. E. Henry и др., Annales de la St. Agr. d. l' Est. 1878.
F. Bechi, M. Siewert по Wolff.
G. André, C. R. 134 . 1514. 1903.
E. Ramann u. B. Gossner, Versuchsstationen, 76. 117. 1911.
Graebner, Die Heide Norddeutschlands, Leip. 1925.

[5] См. картотеку по химическому элементарному составу организмов Биогеохим. лаб. АН; А. П. Виноградов в этих Трудах, стр. 63, затем сводки Wolff, Czapek, Linstow, Buchanan'a, Fulmer и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Другим слагающим элементом наземной травянистой растительности являются луга с более пестрым травянистым покровом, с преобладанием видов Leguminosae, Compositae и некоторых других семейств в средних широтах и с еще более сложным составом в тропиках, отличающихся от злаков высоким содержанием Ca (при малом содержании Si) и некоторыми другими изменениями в их химическом составе.[1]

Таким образом средний химический элементарный состав для ряда макроэлементов покрова суши будет находиться где-то между составом лесных пород и составом смешанного луга и т. п. формаций. Имея в виду соотношение масс леса и лугов, о чем мы говорили выше, мы получаем следующий средний химический элементарный состав для живого вещества суши.

Таблица 1

Средний химический элементарный состав организмов суши (на живое вещество)

Название химических элементов	В весовых процентах	В атомных процентах	Название химических элементов	В весовых процентах	В атомных процентах
O	70	26.4	Ti	8 · 10⁻⁴	1 · 10⁻⁴
C	18	9	Zn	3 · 10⁻⁴	3 · 10⁻⁵
H	10.5	64.3	Li	1 · 10⁻⁴	1 · 10⁻⁴
Ca	5 · 10⁻¹	7.5 · 10⁻²	Cu	1 · 10⁻⁴	10⁻⁵
N	3 · 10⁻¹	1.3 · 10⁻¹	Ba	1 · 10⁻⁴	5 · 10⁻⁶
K	3 · 10⁻¹	4.5 · 10⁻²	F	8 · 10⁻⁵	3 · 10⁻⁵
Si	1.5 · 10⁻¹	3.5 · 10⁻²	Br	8 · 10⁻⁵	6 · 10⁻⁶
P	7 · 10⁻²	1.3 · 10⁻²	Rb	5 · 10⁻⁵	4 · 10⁻⁶
Mg	7 · 10⁻²	2 · 10⁻²	Sn	5 · 10⁻⁵	10⁻⁶
S	5 · 10⁻²	1 · 10⁻²	Ni	5 · 10⁻⁵	5 · 10⁻⁶
Cl	4 · 10⁻²	7 · 10⁻³	As	3 · 10⁻⁵	2 · 10⁻⁶
Na	2 · 10⁻²	7 · 10⁻³	Mo	2 · 10⁻⁵	10⁻⁶
Al	2 · 10⁻²	6 · 10⁻³	Co	10⁻⁵	1 · 10⁻⁶
Fe	2 · 10⁻²	2.5 · 10⁻³	J	1 · 10⁻⁵	5 · 10⁻⁷
Mn	7 · 10⁻³	8 · 10⁻⁴	Hg	10⁻⁷	10⁻⁹
B	1 · 10⁻³	6 · 10⁻⁴	Ra	2 · 10⁻¹²	10⁻¹³
Sr	1 · 10⁻³	10⁻⁵			

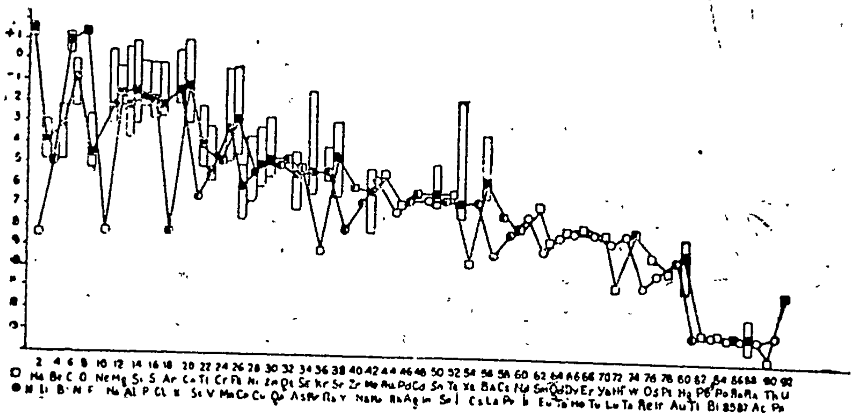
Сравнивая далее соотношения элементов между собой, в смысле их количественного содержания в различных распространенных организмах, можно с большой точностью расположить их в порядке возрастания или

[1] В золе их Ca содержится в среднем от 20% и возрастает до 70%. См. Картотеку Биогеохимической лаб. АН СССР.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

обратно. Для реже встречаемых химических элементов — микро- и ультрамикрохимических элементов определения не столь многочисленны. Пользуясь ими, мы можем, во-первых, составить пределы для содержания отдельных элементов в различных организмах; во-вторых, найти обычное среднее содержание данного элемента и, в-третьих, путем сопоставлений количественного содержания отдельных элементов между собой, установить



Фиг. 1.

порядки их распространения в организмах, напр., можно показать, что в организмах обычно:

$Sr > Ba$ $Cu > Ni$
$Ni > Co$ $Se > Te$
$Ti > V$ $Fe > Mn$ и т. п.
$Zn > Cu$

или $Fe > Mn > Zn > Cu > Ni, Co...$, а во многих случаях найти и численное выражение отношений подобно Br : J ; Fe : Mn; K : Na; Zn : Cu и т. п. Пределы колебания отдельных элементов во всем живом веществе представлены на фиг. 1 в виде полосок, указывающих верхнюю и нижнюю границу в процентах числа атомов.[1]

Наличие достаточно точных хотя и немногочисленных количественных определений для некоторого числа микроэлементов позволяет нам принять их за опорные точки при построении кривой распространенности химических элементов в организмах.[2] Они являются своего рода реперами. Ниже, на

[1] Содержание благородных газов (He, Ne, Ar, Kr, X) неизвестно; как следует полагать, очень низкое. Поэтому их положение на кривой обозначено условно, исходя из последнего соображения. Указание на относительно высокое содержание Ar в дрожжах и т. п. оказалось неверным.

[2] Приведем наиболее главные работы по количественному определению химических элементов в растительных организмах, которыми мы

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

фиг. 2, мы даем графическое изображение для количественного содержания химических элементов в живом веществе суши, в процентах атомов. На оси ординат положены логарифмы процентов атомов, а на оси абсцисс положены порядковые номера химических элементов. Сплошной точкой ● и ■

воспользовались; об остальных см. картотеку и нашу работу „О химическом элементарном составе организмов моря" — ниже.

Li — Truchot. C. R. Ac. Sc. Paris. 78. 1874. 1024 и др. A. Keilholz. Pharm. Weekbl. 58, p. 1482. 1921. Ramage a. Fox. Proc. R. Soc. B. V. 108, 1931. Gerard et Meurin. Bull. Soc. Ch. d. Fr. (3), 184, 1908.

B — Jay. Bull. Soc. Ch. d. Fr. (3), 15. 1896. 36; Hotter E. Versuchsst. 57. 1890. Agulhon. Thèse doct. et. sc. mat. P. 1910; Bertrand. C. R. 1914. T. 158. 201; Dodd — The Analyst. Scofield a. Wilcox. Science 71, 542, 1930; Mc Hargue; V. M. Goldschmidt, Nachrichten v. d. Gesellsch. zu Gött. 1932. S. 528, и др.

F — Gautier et Clausmann. C. R. 162. 1916, стр. 105.; Mayrhofer, Schneider u. Wasitsky — Bioch. Zeit. Bd. 204, стр. 62.

Al — Serthz — Zeit. f. anal. Chem. 60. 1921. 321. C. F. Langworthy a. Austin. The occurrence of Al in vegetable products N. J. 1904; Bertrand et G. Lévy. Bull. Soc. Ch. d. Fr. T. XLIX—L. 1931, p. 1417. Tobler F. Biologie der Flechten. B. 1925, Stoklasa J. Ueber die Verbreitung d. Al in der Natur. 1922. Smith — Al in food. 1928. Underhill и сотр. Am. J. of. Physiol. XC, 67, 1929.

S — Определение S обычно делалось после сжигания в золе, что дает потерю. См. Berthelot et G. André. C. R. Acad. Paris. 175, 1922, p. 458; см. Bertrand и многие др. современные работы, напр. K. S. Kemmerer a. P. W. Boutwell — Ind. Eng. chem. A. E. 1932. 4. 423; W. Godden по Orr. J. B. a. H. Scherbatoff — Minerals in Pastures... 1929. L.

Ti — Bertrand. C. R. T. 188, 189, pp. 1109 и 73. 1929 г. Ш. Каминская (Биогеохим. лаб. А. Н.) подготовлено к печати; Wait Ch. J. Amer. Ch. Soc. 18, 402, 1896 и 21, 1099, 1899.

V — А. П. Виноградов. Труды Биогеохим. лаб. А. Н. II, 1932, стр. 1; ДАН, 1934 № 6. Он же. — Труды ВНИРО 1934 г. (в печати).

Cr — Разрозненные и единичные данные.

Mn — Многочисленные определения разных авторов. См. лит. у Czapek, Linstow, Успенский, Mitolo. M. Metalli e metalloidi non comuni negli organismi. Roma. 1932.

Co и Ni — Bertrand. Bull. Soc. Ch. d. France. 4. S. T. XXXVII—XXXVIII, 1925, 556; а также Fox a. Ramage. Proc. R. Soc. L. 108 B. 1931. 17.

Cu — более ранние данные собраны у Lehmann — Archiv für Hygiene. Bd. 24, стр. 18, Bd. 27, IV, стр. I. Maquenne C. R. 170, p. 87, 1541 и др. того же автора. Fleurent et Lévy. Bull. Soc. Ch. d. Fr. 27, 740, 1920. Guérithault — Thèse pour de dipl. de Pharm sup. Paris. 1927. Quartaroli. Annali di Chim., appl. XVII. 1929. 459. H. Ter Meulen — Recueil des Travaux Chim. d. Pays-Bas. T. L, Nr. 4, 1931. Е. Кубовец (Биогеохим. лаб. А. Н.) подготовлено к печати, и многие др.

Zn — Javillier. Bull. Sc. pharmacol. 15, 1908. 559. Bertrand. C. R. CXLIII. 1900, CXLV. 1924. Jensch — Zeit. f. angew. Chem. 7. 1894. 14, и многих др.

As — Jadin E. et Astruc A. C. R. 154, 1912, 893, и др. там же.

Br — Damiens A. et Blaignon. C. R. 193. 1931, p. 1461.

Rb — Ramage — Nature 20. 1929, p. 601; Бурксер с сотрудниками Труды Биогеохим. лаб. T. II, стр. 85. 1932. Freundler et Menager. C. R. Ac. d. Sc. Paris, 1926, T. 182, p. 1158. См. Lippmann.

Sr — Многочисленные качественные определения. Колич. опр. нами подготовлены к печати. См. Noll, Chemie der Erde. 1934, стр. 507.

Mo — H. Ter Meulen H. Recueil d. Travaux Chimiq. d. Pays-Bas T. L. Nr. 4. 1931, p. 491. T. LI. Nr. 6, p. 549. 1932.

Ag — Ramage. Nature. V. 126, p. 279. 1930 Malaguti и др. Journ. für. Prakt. Ch. 49. 1850. 421.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

обозначены химические элементы, для которых имеются количественные определения; наполовину заштрихованными ◐ или ◧ обозначены элементы, качественно обнаруженные в организмах; не заштрихованными ○ и □ обозначено вероятное положение химических элементов на кривой, но еще не найденных в организмах. Одной линией ○ соединены элементы с нечетным атомным номером, другой □ — с четным номером.

Sn — Freundler — Office Sc. et Tech. d. Pêches marit. Notes № 41. Mitchell J. B. Ch. 85. 355, 1929.
J — См. Fellenberg. Ergebniss. f. Physiol. Bd. 25. 1926, а также в „Jod" Gmelin Handbuch 1931, стр. 35 (литер.), и др.
Ba — Artis a. Maxwell. Chem. News. 114. 62. 1916; Hornberger R. Versuchsstationen. 51. 189. 473; Spallino, Dworzak и др.
Hg — Stock A. Zeit. f. angew. Chem. 1926. 39. 61. Borinsky P. Klinin. Wochenschr. 10, 4. 1931. L. Petri. Atti R. Accad. Lincei (Roma) Rendic. (6) 13. $1/3$. 331. 1931.
Ra (и Rn) — Бруновский Б. К. Труды Биогеохим. лаб. Т. II. 1932, стр. 9 (литература). Бурксер Е. С. с сотрудниками Bioch. Zeitsch. 109. 1920. Stoklasa J. Biologie des Ra. 1932.

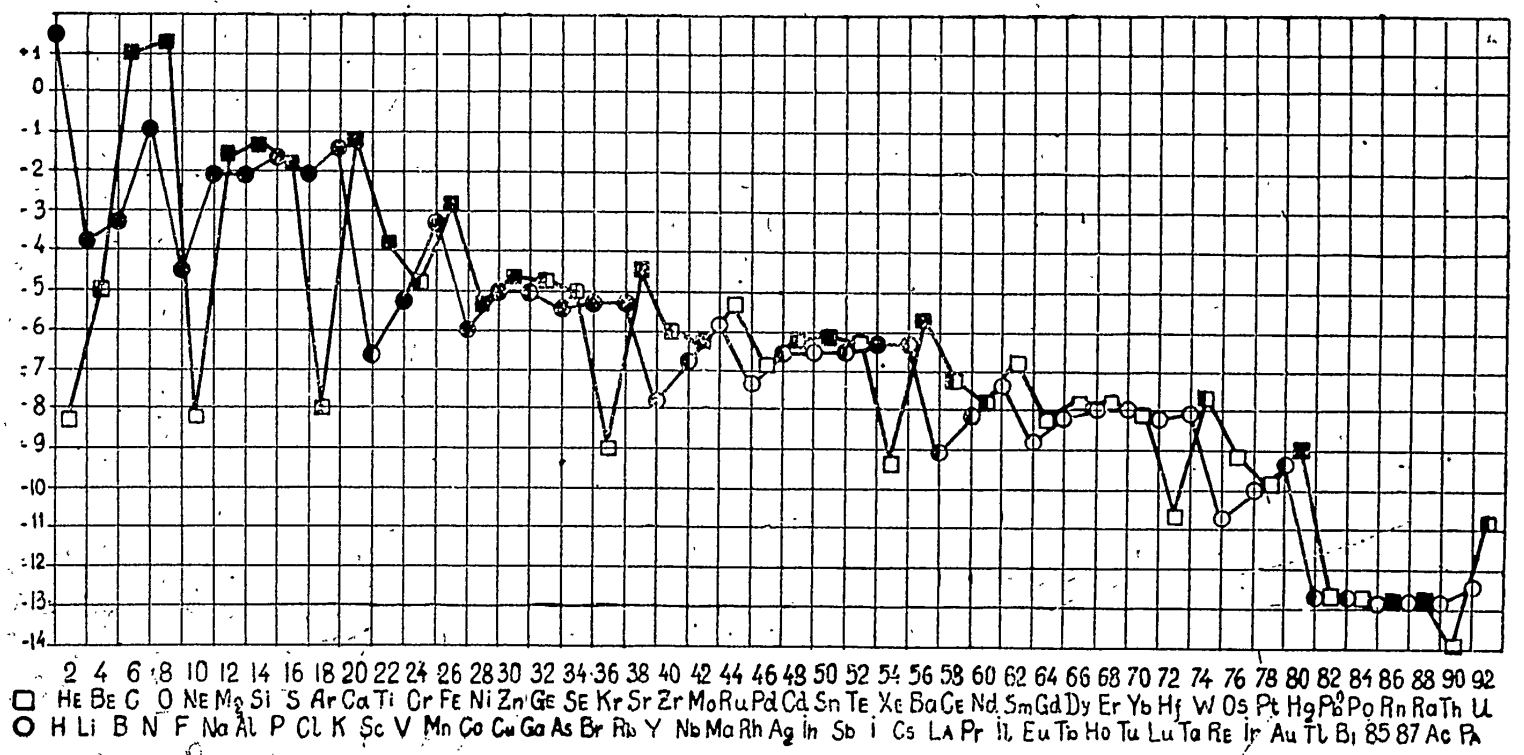
Качественно были найдены в различных организмах помимо макроэлементов и др., только что приведенных, еще:

Be — Sestini; Cornec. Compt. rend. Ac. Sc. P. t. 168. 1919, p. 513. W. Fearon Scient. Proc. R. D. S. Vol. 20, 531.
Ar — Tolomei. Giorn. Farmac. Chim. 46. 1897, ср. 145.
Sc — v. Lippmann.
Ga и Ge — Cornec., loc. cit. Dutoit et Zbinden — C. R. T. 128. 1929, p. 1628. C. Zbinden — Mém. de la Soc. Vandoise des Sc. Nat. 3. 233. 1930.
Se — Taboury. C. R. 195, p. 171. 1923. См. дискуссию между Gassmann'ом и Fritsch — Zeit. f. Physiol. Ch. 1916—1921: Robinson 1933. J. Ass. off. Agric. Chemist. 16. 423 $^{15}/_{8}$. Sullivan—Cereal Chemistry 10. 503. 1933.
Cd — См. ссылку у Mc Hargue. В морск. животн. Fox a. Ramage. Proc. R. Soc. L, стр. 157, 108. B 1931.
Sb — Hargue, loc. c. Chapman, Nature 1930. 761. Mitchell, loc. cit., и др.
Cs — Tretta Mosca Gaz. Chim. Ital. 43. II. 437; Passerini, Lippmann.
Y — Crookes Proc. R. Soc. 1908—10.
Sm — Crookes, loc. cit.
La — Cozza A. Gazzet. Chimica Ital. 9. 118. 1879 и 10. 465. 1880.
Ce — Cossa, l. c.
Pr и Nd (= Di) — Cossa, l. c. Schiapparelli et Peroni. Atti d. Acad. d. Sc. di Torino XV. 1879. 634.
Nb — Newell I. M. a. Ew. Mc. Collum. U. S. Dep. of Commerce Bureau of Fisher. Invest. Report. Nr. 5. Vol. I. 1931.
Au — Данные ненадежны. См. ниже.
Tl — Lippmann loc. cit. Boetger. Jahresb. Forts. agric. u. Chemie VII. 1864, 99. R. Berg. Bioch. Zeitschr. 165. H.4/6. S. 461. Tl в злаках 0.1 mg! в 180 г. Методика количественного определения не указана.
Bi — Cornec, I. c.; Okajima (жив.) Acta Schole Medic. Un. Imp. of Kioto XIV f. (1931); Freundler и др. Bull. Soc. Ch. d. Fr. (4) 37. 1466. 1925.
Th — Бурксер с сотр. Biochem. Zeitsch. Bd. 233, 1931. Бруновский Б. К. (Биогеохим. лаб.) подготовляется к печати.
U — Bishop (жив.) Austr. J. Exp. Biol. 5, p. 125, 1928 г. Stoklasa, loc. cit.; в растениях с почв, богатых U; нет указаний на метод. См. тоже „Природа", 192 стр., 1928 г.

Данные касающиеся животных, здесь не приведены. См. Картотеку, а для морских организмов — А. П. Виноградов, loc. cit.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4



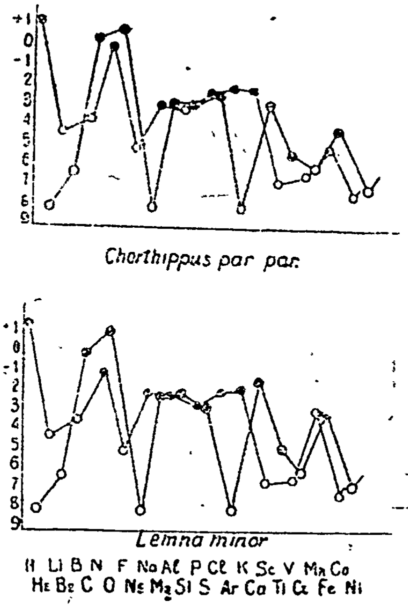
Фиг. 2.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Обратимся теперь непосредственно к этой таблице. Левая ее сторона построена на обширном аналитическом материале. Правая сторона страдает известной гипотетичностью, вследствие немногочисленности данных: особенно в области редких земель, радиоактивных элементов и платиновой группы.

Полученная нами кривая, показывая зависимость содержания атомов химических элементов в организмах от их порядковых номеров, не является „идеальным законом". В этом легко убедиться, выражая в атомных процентах химический элементарный состав любого организма, напр. Lemna,[1] фиг. 3; они расположатся с той же правильностью. Кривая имеет правильные периоды с максимумами и минимумами. Периодичность особенно легко заметить, когда мы построим отдельно кривые для четных и для нечетных химических элементов, смотри фиг. 4 и 5.



Фиг. 3.

Oddo[2] и Harkins[3] обратили внимание на преобладание в земной коре элементов четного ряда, т. е. элементов с атомным весом кратным 4, над элементами нечетного ряда. Это послужило основанием для самостоятельного рассмотрения элементов с четным атомным (порядковым) номером от элементов нечетных.

Для элементов четного ряда периоды отвечают формуле 2+6+6+...[4] Для нечетного ряда: 1+6+6+... Элементы, отвечающие этим числам, находятся в максимумах кривой. Для четной кривой существует еще и другая периодичность, но ее численное выражение возможно будет установить лишь после более детального выяснения соотношений между некоторыми парами элементов: Ti—Cr; Mo—Zr; Ce—Nd (вероятно, в минимумах кривой окажутся Cr, Mo, Nd).

Кривая четного ряда по отношению к кривой нечетного ряда местами как бы сдвинута вправо и вверх. Элементы, находящиеся в максимуме четного ряда, с подчиненными им элементами нечетного ряда образуют ряд замечательных пар химических элементов Ca/K, Fe/Mn, Rb/Sr, Cs/Ba и т. д. Заметим более высокий уровень кривой четного ряда.

[1] Вернадский В. И. и Виноградов А. П., loc. cit.

[2] G. Oddo. Zeit. f. anorg. Chemie. 87, 1914, p. 266.

[3] W. Harkins. Journ. of Am. Chem. Soc. 39, 1917, 857.

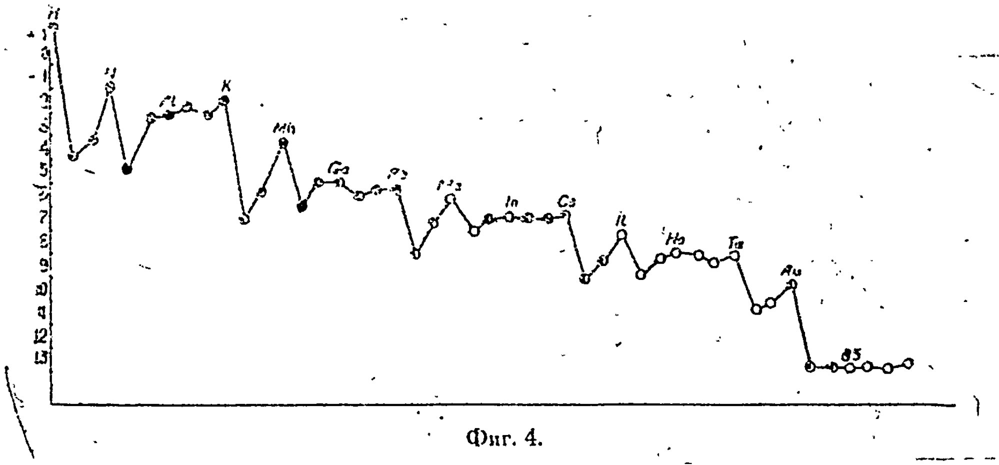
[4] Но не кратные шести!

[5] В нечетном ряду H представляет исключение в этом смысле. Об особом положении H в систем. химич. элементов хорошо известно. См. о расположении его в различных си-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Сравнивая с подобными кривыми распространение элементов, напр., в земной коре,[1] отмечаем много общего. Например, в смысле той же периодичности (6 и 8). Элементы Li, B, Be и некоторые другие, не укладывающиеся в плавную кривую для земной коры, в нашем случае ее не нарушают. Из всех химических элементов, которые мы приняли за опорные точки для построения кривой, только положение Pb не отвечает ходу кривой. Для Pb дается часто 10^{-5}—10^{-6} % в живом веществе (или ок. 10^{-8} в процентах атомных), тогда как по кривой его содержание не должно превышать 10^{-10} атомн. проц. Пересмотрев все известные данные и главным образом методы его определения, мы пришли к тому выводу, что не



Фиг. 4.

исключена возможность преувеличения данных вследствие неправильности в методах и загрязнений свинцом (из лабораторного стекла и реактивов). Подобные случаи известны.[2] Почти отсутствуют данные по Pb для растений; а имеющиеся являются примерами исключительного его содержания, а не обычного.[3] Нечто подобное и с Th, для которого как будто бы определился порядок содержания в организмах 10^{-4}—10^{-5} весового процента (а требуется не выше 10^{-11} %).

Однако оставалось неясным, действительно ли измеряемая активность золы организмов по торону могла быть всецело объяснена присутствием в организмах тория (при распаде образует MsThI, RaTh) или же других радиоэлементов, напр. MsThI. Геохимическая история тория характеризуется отсутствием вадозных минералов и растворимых соединений его в природ-

стемах элементов у E. Rabinowitsch u. E. Thilo. — Periodisches System, Geschichte und Theorie. 1930.

[1] V. Goldschmidt, loc. cit.

[2] См., напр., Bishop. Medical Journ. Australia. 1928—1929 (10^{-5}% в ж. в.) и критику H. Taylor—там же. 1930 г. 1. 675. См. библиографию на стр. 775 The analyst, vol. LVII. 1932.

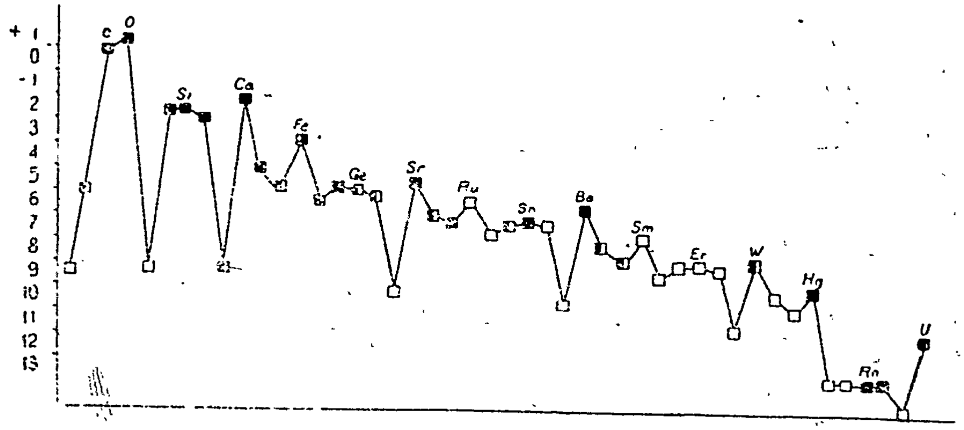
[3] Они либо относятся к растениям с почв богатых Pb (около выработки), либо указаны случаи чрезвычайно высокого содержания Pb, напр., в семенах Randia dumetorum, в растении Molinia altissima и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ных водах.[1] Отсюда совершенно ясна малая вероятность встречаемости тория, по крайней мере в относительно высоких количествах в организмах.[2] Мы поместили торий в порядке ниже 10^{-12} атомных процентов для нахождения его в живом веществе. Из кривой видно при этом, что торий займет последнее место по распространению в организмах. Недавно Б. К. Бруновскому удалось показать, что в организмах находится $MsTh_I$, что раньше считали за Th. Этим укрепляется наш взгляд.

В итоге первого ознакомления с полученной кривой мы можем высказать положение, что количественный химический элементарный состав живого вещества есть периодическая функция атомного номера. Пользуясь



Фиг. 5.

графическим ее изображением, мы приобретаем средства для сравнения состава отдельных организмов групп, биоценозов и т. д. Дальнейший анализ кривой позволяет сделать еще ряд выводов и обобщений. Четный ряд характеризуется, как мы уже говорили, периодом 6 (2+6+6...). В максимумах его находятся следующие элементы: O, Si, Ca, Fe, (Ge),[3] Sr, (Ru), Sn, Ba, Hg, Rn. В нечетном ряду каждый шестой (1+6+6...) будет (в максимуме) H, N, Al, K, Mn, (Ga), Rb и др., ближе не исследованные. Этого списка достаточно для признания, что все эти (шестые) элементы являются замечательными для живого вещества и отдельных организмов.

Как хорошо известно, для всех этих элементов существуют организмы-концентраторы. Мы знаем Si, Ca Fe, Sr, Ba, Al, Mn, K и т. д. (и тем более H, N, O общие для всех) — организмы. Содержание этих элементов

[1] См. В. Вернадский. Очерки геохимии. Л. 1934.

[2] Интересно, что и для других элементов IV гр. Менделеевской таблицы — аналогов Th, а именно Hf, Zr, Ti — мало известно вадозных минералов и растворимых в природных условиях соединений. Наибольшее исключение составляет последний из них Ti, но и он образует соединения, дающие между прочим главным образом псевдорастворы. Все эти элементы в кривой лежат в minimum'ах — см. стр. 16.

[3] В скобках показаны элементы, для которых нет количественных определений.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

в них достигает целых процентов на живой вес.[1] О максимальном содержании их дается представление из верхних уровней распространения химических элементов в живом веществе (в определенных организмах); см. фиг. 1.

Мы должны признать за этими организмами не только накопление, но и породообразование.[2] Не менее интересен и другой факт, что накопление этих элементов, находящихся в максимуме, производится главным образом организмами — потомками более древних типов, а именно: во-первых, всеми Thallophyta и др. низшими растениями, Protozoa и др., Invertebrata, что видно из фиг. 6.[3] Таким образом весь этот мир организмов производил (и продолжает) огромную геохимическую работу. В течение эволюции та или другая геохимическая функция для известных форм была ими потеряна, но сохранилась вызванная ею физиологическая функция того или иного химического элемента. И мы знаем, какое важное значение имеют, напр., у высших типов организмов небольшие количества Fe, Mn, Ca, K и т. д.

Несколько слов о каждом из этих элементов. Высокое содержание H, N, O в организмах, их концентрация здесь не вызывают сомнений.

Алюминий. При самом тщательном рассмотрении состава современной разнообразной растительности (и животных) мы должны были придти к заключению, что если и известны организмы — концентраторы Al, то их суммарный геохимический эффект, вследствие небольшого распространения этих организмов, по сравнению, напр., с Ca, Si-геохимической функцией организмов, невелик. Исключительными концентраторами Al в настоящее время являются представители древних форм, ныне мало распространенных, семейства Lycopodiaceae. Накапливают Al (но меньше) многие гидрофиты, а также, в частности важно отметить, и морские водоросли, содержащие до 10—20% Al_2O_3 в золе. Зола Lycopodiaceae содержит часто свыше 50% Al_2O_3 или $>$ 1.0% Al_2O_3 на живое вещество их.

В связи с этим вопросом наше внимание было привлечено к огромному содержанию Al в золе некоторых ископаемых углей. При ближайшем знакомстве с ними выяснилось, что, во-первых, Al много обычно в многозольных углях, во-вторых, составленных из спор и остатков древних

[1] Концентраторами будем называть организмы, содержащие данный элемент иногда в сотню и более раз против среднего обычного содержания его в живом веществе. Ясно, что элементы с малым атомным весом будут находиться при этом в порядке целых процентов в некоторых подобных организмах, а все другие не достигнут этого уровня, но явление концентрации все же будет налицо.

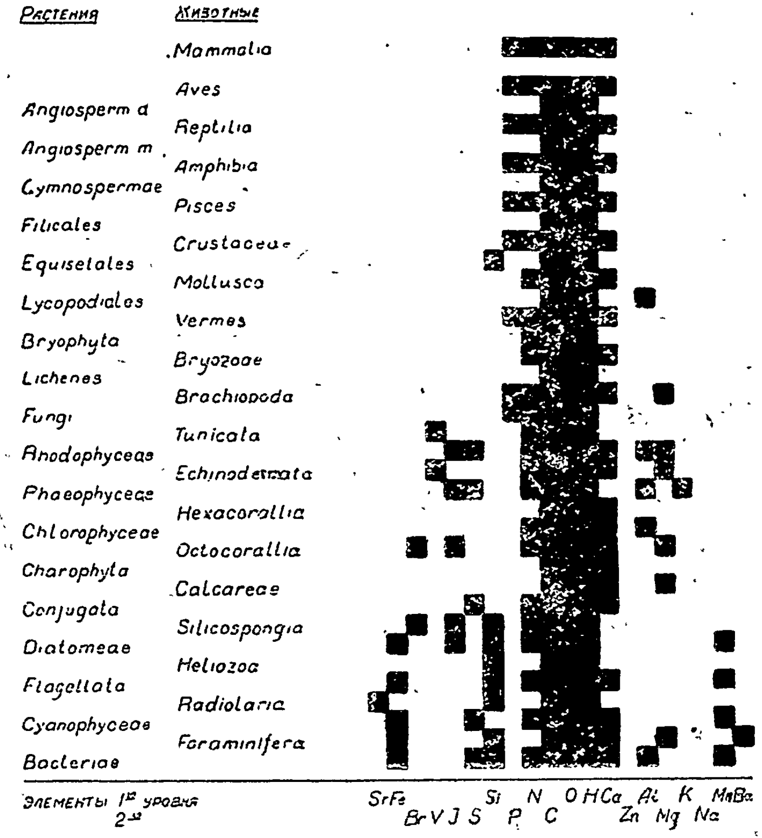
[2] Различие в четных и нечетных здесь также ярко сказывается; органогенные породы представлены элементами гл. об. четного ряда: O, Si, Ca, Fe, (Ge?), Sr, (Ru?), Sn? Ba и др. — и меньше нечетного: N, Al, K, Mn и т. д. Это относится и к концентрации 2-го порядка (см. дальше).

[3] Приведены отдельные группы организмов (классы, типы и т. п.).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Lycopodiaceae — Lepidodendron, Sigillaria и т. п.;[1] в-третьих, эти угли принадлежат к пермо-карбоновым углям (вообще палеозойским). Конечно эти угли могли быть либо отчасти, либо вполне загрязнены соединениями Al_2O_3, напр., глиной и т. п. Однако, в названных телах отношение $Al_2O_3 : SiO_2$ всегда меньше единицы. Но если взять указанные не метаморфизированные угли, то в золе их отношение совсем иное. Так, напр., Lessing[2]



Фиг. 6.

производил анализы золы чистых кусков подобного угля (так называемого витрена) и получил $Al_2O_3 : SiO_2 = 2.55$. Подобные же соотношения мы находим и в золе современных Lycopodiaceae. Отсюда мы можем утверждать, что большое содержание Al в этих углях связано с былым характером химического элементарного состава растений, их образовавших. Теперь, обращаясь к флоре палеозоя, когда древние Lycopodiaceae (деревья, достигавшие высоты 40 и более метров) занимали одно из первых мест во флоре, можно легко представить ныне уже значительно угасшую Al фун-

[1] Так наз. Кэннельские угли.

[2] Lessing K. Royal Society of Arts. 1926, p. I.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

кцию живого вещества.[1] Алюминиевые организмы мы находим в настоящее время главным образом в ископаемом состоянии. И современные относительные концентраторы Al-организмы относятся к древним формам (водоросли). К этому вопросу мы более полно вернемся в отдельной статье, где используем весь известный нам аналитический материал и собственные экспериментальные данные.

Кремний. И в настоящее время еще известны кремниевые организмы, играющие значительную геохимическую роль. Из животных — это различные Protozoa (Silicoflagellata, некоторые Infusoriae, Radiolaria, Foraminifera, Porifera (Silocospongia). А из растений — Diatomeae, Equisetaceae, Gramineae, о широком распространении которых речь была выше, Cyperaceae и др. Как мы видим, Si-функция также принадлежит наиболее древним формам организмов. У животных она поднялась только до Coelenterata, а у растений до наиболее примитивных семейств покрытосемянных (однодольные!). Исключительными концентраторами Si являются Equisetaceae, ныне не играющие значительной роли, но древние формы (достигавшие огромных размеров) которых в палеозое (Calamites) составляли конкуренцию флоре Lycopodiaceae. Невольно приходит мысль, что эти папоротникообразные, ближе других отражающие состав массивных пород и их продуктов выветривания (содержащие Al_2O_3 и SiO_2), были как бы пионерами на земле, подготовлявшими почву для других организмов и погибшими в соревновании с ними.

Калий. Насколько сейчас мы знаем, без K проявление жизни невозможно. Все организмы содержат K в больших количествах; часто он занимает 5 место (после H, O, C, N). Некоторые организмы, как, напр., многие гигантские водоросли из семейства Lessonioidea (откуда он добывается с промышленной целью), концентрируют его до целых процентов на живой вес.

Кальций. Значение его для организмов общеизвестно: исключая Si-флору, все остальные растительные организмы прежде всего обогащаются Ca. По концентрации в живом веществе Ca занимает одно из первых мест (скелетные части животных!).

Марганец и железо. Известны марганцовые и железные организмы, содержащие до целых процентов этих металлов. Многие Fe и Mn руды[2] образованы при участии различных низших организмов.

[1] Если гигантские стволы (до 1 м. диам.) Prototaxites из палеозойских морей окажутся действительно принадлежащими водорослями (Phaeophyceae), то следует искать в них обогащения на Al. Значительное содержание Al в морских водорослях (напр., в современных Laminariae и др.) при ничтожно малых количествах Al в морской воде (как растворенного, так и в виде даже глинистых частиц) заставляет задуматься над возможностью извлечения Al водорослями из грунта (ризоидами). Австралийская Orites excelsa (из вымирающего сем. Proteaceae) содержит в золе до 80% Al_2O_3; некоторые бактерии (Crenothrix)—до 50% Al_2O_3 в золе.

[2] Harder E. C. Iron-Depositing Bacteria and their geolog. relations. U. S. G. Survey. Prof. Paper. 113. 1919.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Стронций и барий. Известны находки $SrSO_4$ в виде скелета у Acanthariae[1] и зерен $BaSO_4$ у Xenophyophorae.[2] Я. Самойлов и другие высказали взгляд об органогенном образовании отложений некоторых целестинов и баритов.[3]

Олово. Мало изучено в организмах. Концентрация его не исключена.[4]

Из кривой следует ожидать еще организмов, концентрирующих в известной мере (против обычного содержания) Ga, Ge и другие. Данных нет, но следует однако отметить, что V. Goldschmidt нашел в различных углях от 0.001 до 0.01% Ge, а в листьях дуба 5.10^{-4} % Ge на золу,[5] указывающие косвенно, что требуемый порядок распространения, напр., Ge в организмах (10^{-5} % — 10^{-4} %) нисколько не невероятен. Ge постоянно отмечается при спектроскопическом исследовании тканей организмов (как и Ga).[6] Поэтому нужно направить работу на количественное изучение этих двух элементов в организмах сейчас же. Для Hg данные, повидимому, безупречны двух авторов — Stock и Borinsky. Также безупречны данные для Ra, полученные в Биогеохимической лаборатории Б. Бруновским. Об остальных элементах смотри выше на стр. 14. Исходя из хода кривой, представляется конечно чрезвычайно интересным произвести поиски некоторых новых для организмов химических элементов, рассчитывая их встретить в определенном порядке (напр. Zr, Ru, Cd и др.). Что касается золота, для которого имеются данные для морской воды и косвенно для планктона,[7] то условный пересчет их показывает, что содержание Au в морских организмах не расходится с намеченным его положением на кривой.

В итоге более детального знакомства с кривой мы можем сказать, что все химические элементы, находящиеся по распространению в живом веществе в максимумах кривой (шестые), являются главным субстратом (связанных с их геохимической функцией) жизнедеятельности древних форм организмов и их современных потомков.

Помимо организмов концентраторов первого порядка — породообразователей, следует признать концентраторов второго порядка, относительно высоко концентрирующих химические элементы, расположенные на

[1] O. Bütschli. Deutsch Sudpolarexp. Bd. IX. Zool. 1, 257. 1907.

[2] F. E. Schulze. Tiefsee exped. auf dem dampf. Valdivia 1898—1899.

[3] Я. В. Самойлов. Сборник в честь 25 л. научн. деятельности акад. В. И. Вернадского.

[4] Для тканей животных указывалось до 10^{-3} % на жив. вес.

[5] Goldschmidt V. M. Nachrichten zu Göttingen. 1930 № 7, стр. 1. В золе сажи до 1.6% Ge.

[6] Cornec, loc. cit.; Dutoit et Zbinden, loc. cit. Zbinden, loc. cit., Goldschmidt u. Peters в новой работе — там же, стр. 141, № 31(111), а также Geologiska Föreningers Stockh. förhandl., май 1934, 388.

[7] Все известные данные для Au в организмах мало надежны — Liversidge, Berg и др., см., напр. у Bertrand'a Bull. Soc. Ch. d. Fr., LI—LII, p. 564, 1932. Наиболее точные определения принадлежат Haber'y. Zeitschr. f. Erdkunde z. Berl. III, 1928. В морской воде — поверхностный слой (max. развития планктона) $4.5 \cdot 10^{-10}$ %; глубинный — $3. 2.10^{-10}$ %.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

подъемах кривой (соседние с каждым из шестых) (но не в минимумах), как, напр., C, Na, Mg, P, S, V, Zn и вероятно другие. Процессы накопления этих элементов, исключая C, не сравнимы по мощности с концентрациями первого порядка.[1] Для Zn, напр., известна так. называемая галмейная флора,[2] содержащая до 10^{-1}% Zn (обычно же 10^{-3}—10^{-4}%). Для V известны концентраторы (Ascidiae и некоторые Holothuriae) до 10^{-1}% V (обычно — 10^{-5}).[3]

Собственно Mg-организмов, повидимому, не известно, как нет и чисто Mg-органогенных пород (напр.. магнезитов), но он концентрируется и довольно высоко вместе с Ca во многих организмах[4] и отсюда в органогенных известняках и доломитах.[5] Мы уже обращали внимание на различные уровни кривых четных и нечетных рядов элементов. В отдельных случаях (для определенных организмов) расхождение уровней вероятно может быть еще более ясно, чем на нашей таблице. Примером подобных организмов могут с одной стороны быть водоросли (напр. Laminariae), а с другой—любое мезофитное или ксерофитное растение суши. В первом случае благодаря высокому содержанию нечетных химических элементов кривая для них высоко поднимется над кривой четного ряда. Действительно, в Laminariae будет значительно больше, чем в ксерофите: H (1), B (5), F (9), Na (11), Al (13), Cl (17), K (19), Cu (29), As (33), Br (35), Rb (37), J (53) и др. и наоборот меньше четных (которые преобладают в ксерофите) C (6), Mg (12), Si (14), Ca (20), Fe (26), Zn (30), Sr (38), Mo (42), Ba (56), Ra (88). Что это явление не случайно и зависит от общих им всем некоторых химических свойств элементов четного ряда и соответственно элементов нечетного ряда — может иллюстрировать следующий пример. J в морской воде 10^{-6}%, а в почвах 10^{-4}%, между тем некоторые морские организмы накапливают до 10^{-2}% J, а наземные всего лишь до 10^{-4}% J (редко!). В море организмы концентрируют и другие нечетные элементы.[6]

[1] Более сильно концентрируется C и P. Особое значение C для жизни связано с его химическими свойствами. S — см. серобактерии, синезеленые водоросли и т. п.

[2] Некоторые из Cruciferae, Caryophyllaceae и др. сем.; Thlaspi arvense, Th. alpestre, Th. cepaeaefolium, Arabis Halleri, Alsine verne, Silene inflata, Viola lutea, Armeria elongata, Ar. bottendorfensis, Anagallis collina и др., образующие при этом var. calaminariae.

[3] А. П. Виноградов. ДАН 1934. Т. III, № 6, 454.

[4] Напр. Lithothamnium.

[5] Можно было бы привести случаи концентрации и др. химических элементов 2-го порядка, напр. нахождение Cd в золе печени Pecten maximus, Fox a Ramage, loc. cit; Ag в грибах — до 0.01% и т. д., но это очень удлиняет наше сообщение. Интересно отметить, что, несмотря на применение в наст. время при исследовании организмов спектрографа (см. А. Виноградов, „Природа“ № 6, 1931), не было ни разу обнаружено In, имеющего яркий спектр а также нет указаний на Ms, Ru, Il — находящихся в maximum'ах кривой. Для пород их содержание очень низкое. Не следует ли просмотреть органогенный материал?

[6] Если бы мы попытались дать средний состав всего живого вещества, т. е. вместе организмов суши и моря, то наибольшее отклонение кривой получили бы именно для галоидов Cl, Br и J, но и оно бы не превысило декады, т. е. не изменило бы характера кривой,

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таким образом можно различать в крайних пределах организмы преимущественно нечетного ряда или четного. Первые главным образом организмы моря, а вторые главным образом организмы суши.

Геохимия некоторых элементов связана с обогащением их в океане; Goldschmidt называет поэтому Na, Cl, B — талассофильными элементами.[1] Нам представляется, что целый ряд и других химических элементов может быть отнесен к этой группе элементов — H, K, Al, Br, J, т. е. гл. обр. элементов нечетного ряда. Остановимся еще на некоторых более частных случаях закономерностей, наблюдаемых в составе некоторых видов организмов и могущих быть отмеченными при анализе нашей кривой. Выше мы уже приводили случай сопряженных изменений в составе. Можно отметить далее известный антагонизм (общий и для геохимической и для физиологической функций организмов) в содержании некоторых элементов, образующих пары, как-то K/Ca, Rb/Sr, Cs/Ba и т д. Особенно известен первый случай, когда организмы, богатые Ca (напр., все Corallinaceae), бедны K и наоборот (Laminariae). Другой характер связи находим для элементов типа Fe — Mn и т. д. (четные с нечетными) или Ca — Si — Fe; Si — Fe, Al — Mn (характерен для пресноводных организмов, но не Si — Mn) (четные с четными или нечетные с нечетными и т. д.).

Интересно подчинение элементов нечетного ряда, находящихся в максимуме, соответственным элементам четного ряда Ca/K, Fe/Mn и т. д., их обращение в некоторых организмах (инверсия) K/Ca; Mn/Fe.[2] Все это указывает, что химический элементарный состав различных видов развивается закономерным образом путем изменения в содержании сразу ряда отдельных химических элементов.

4. О причинах периодичности в количественном атомном составе живого вещества и основные выводы

В результате нашего краткого изложения мы можем сделать прежде всего тот вывод, что количество атомов тех или иных химических элементов в живом веществе находится в обратной пропорциональности к их атомным весам (или их атомным числам). Иными словами, химический элементарный состав живого вещества определяется числами зарядов ядер атомов (протонов). Этот вывод стоит в полном согласии с аналогичными законами, наблюденными в отношении состава коры выветривания, метеоритов и т. п. Нам нет нужды здесь доказывать, что в свою очередь химический элементарный состав живого вещества в пределе является выражением химического состава его среды — биосферы, с которой оно связано тесным образом в процессе геохимических превращений.

а даже графически сделало бы ее более плавной. Живое вещество моря составляет ок. 10^{17} г, на первом месте планктон, затем бентос, рыбы. См. дальше стр. 63.

[1] Goldschmidt V. M. Handwörterbuch, l. c.

[2] Mn больше Fe всегда в Formica rufa; см. А. П. Виноградов. ДАН. 1930 г., стр. 127, а также, напр., для большинства пресноводных растений — Lemnae, loc. cit.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Выше мы приводили этому достаточное число примеров. Таким образом, мы можем сказать, что в основе распространения химических элементов в оболочках земли — литосфере (в коре выветривания) и биосфере—лежит один и тот же закон количественного распределения атомов. Однако обратная пропорциональность, связывающая количество атомов в живом веществе (в биосфере) с атомными весами (числами зарядов ядер), как мы уже говорили, является лишь общим выражением. Эта функция не может быть выражена прямой линией даже при всех тех допущениях, которые можно бы сделать в этом смысле по отношению к эмпирическому составу живого вещества или литосферы. Кривая распределения атомов в биосфере (в живом веществе) будет в деталях отличаться от подобных кривых других земных оболочек. Каждая из парагенетических геосфер будет характеризоваться своими особенностями, находящими отражение в биогеохимическом законе количественного распределения атомов в живом веществе или в геохимическом законе для литосферы и т. д.

Полученная нами кривая для логарифмов чисел процентов атомов показывает правильную периодичность (6 и также 8) с определенными максимумами, а также минимумами, представляющими известные правильные отклонения от гипотетической наклонной прямой (которую можно провести от H к U). Периодичность для количества атомов в живом веществе точно наблюдается в пределах первых 50—60 химических элементов, для которых известны экспериментальные данные, и, будучи в том же виде продолжена далее, не нарушается теми немногочисленными данными (Au, Hg, Ra, Th и др.), которые имеются для остальных химических элементов. Химические элементы, находящиеся в maximum'ах, играют главную роль в составе организмов. Элементы, находящиеся в minimum'ах — незначительную. Последние элементы с геохимической стороны характеризуются почти полным их отсутствием в природных условиях в виде растворимых соединений.

Вся кривая может быть поделена на 5 больших периодов по 18 элементов (без He и H) — от Li до Ca; от Si до Sr; от Y до Ba; от Lu до W и от Re до U.

Мы должны ожидать, что новая экспериментальная проверка может многое исправить в наших построениях,[1] но основная идея периодичности содержания химических элементов в живом веществе, подчиненная в общем закону, о котором мы только что говорили, несомненно сохранится. Для нас ясно также, что отклонение от прямой для количества атомов зависит не только от протонов, но и известную роль в них играют наружные электроны, иными словами, химические свойства атомов. Эти свойства с особенной силой выступают у отдельных видов организмов.[2] В характере расположения количеств атомов на кривой можно найти общие черты с расположением их в периодической системе элементов Д. И. Мен-

[1] Гл. образом касаясь области хим. эл. от 50—60 и далее.

[2] Или у многих — всего живого вещества, напр. по отношению С.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

делеева (напр., аналогичность положения многих элементов одних и тех же групп и т. п.). Таким образом, наша кривая выражает не только зависимость распространения атомов химических элементов в живом веществе от чисел зарядов ядер, но является функцией от всех свойств атомов в целом.

Графическое изображение биогеохимического закона позволило нам остановиться на некоторых общих вопросах естествознания, оставаясь всегда на геохимической точке зрения. Построенная нами кривая ставит задачу выяснения содержания химических элементов, которые либо вовсе не были открыты в организмах, либо открыты были качественно, указывая на ожидаемые порядки их нахождения в организмах.

На ряде примеров мы старались объяснить значение химического элементарного состава организмов (в связи с химическим элементарным составом всего живого вещества) как известную геохимическую функцию, или, говоря словами морфолога, — видового признака организмов. Далее мы могли на принципиально новом основании дать определение организмам-концентраторам, геохимическая деятельность которых связана с миграцией определенных шестых химических элементов. Еще на один из многих выводов, которые можно было бы сделать из анализа биогеохимического закона, мы хотели бы обратить внимание, а именно — на происхождение физиологической роли (функции отдельных элементов) в организмах как на следствие более общей геохимической функции организмов.

Сравнивая химический элементарный состав отдельных видов или групп, мы могли отметить различия в содержании отдельных элементов с преобладанием четных у одних и нечетных у других.

Мы высказали соображения о том, что изменения в химическом элементарном составе организмов, происходящие в процессе эволюции, находят отражение в биогеохимическом законе.

Наконец, на примере с Al-флорой мы показали возможность геохимического разрешения палеонтологических вопросов. Там, где отступает морфологическая палеонтология, должна войти в права химическая палеонтология, и мы могли бы привести ряд других примеров, когда присутствие, напр., некоторых микроэлементов, как Mn, Sr, As, Ti и т. д., в немых известняках позволяет проникнуть в тайны их происхождения.

A. VINOGRADOV

LA COMPOSITION CHIMIQUE ÉLÉMENTAIRE DES ORGANISMES VIVANTS ET LE SYSTÈME PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES

Résumé

L'opinion selon laquelle les organismes (animaux et plantes) seraient composés d'un nombre restreint d'éléments chimiques — H, C, O, N, S, P, K, Ca, Fe et quelques autres encore existait depuis longtemps.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

La présence dans les organismes d'environ 60 éléments chimiques a été démontré dans les oeuvres des dernières années. Certains éléments se trouvent dans la quantité de 10^{1}—10^{-2} % (macroéléments), d'autres de 10^{-3}—10^{-5} % (microéléments) et d'autres enfin dans une quantité ne dépassant pas 10^{-5} % (ultramicroéléments).

Les premiers éléments constituent > 99.0% de la masse totale des organismes. On possède des données quantitatives du contenu des organismes de 30—35 éléments chimiques. On n'a que des données qualitatives pour tous les autres. D'autre part on ne connait qu'à peu près 5000 espèces de plantes (300 000 espèces environ sont décrites par les botaniciens) et environ 2000 espèces d'animaux (1 million d'espèces a été etudié dans la zoologie) pour lesquelles certaines déterminations on été faites pour la plupart qualitatives.[1]

Ainsi seule la composition chimique élémentaire de maximum 0.5% des organismes est connue aujourd'hui d'ailleurs imparfaitement.

Il existe un grand intérêt pour l'étude de la composition chimique élémentaire des organismes vivants dans l'agrochimie, la physiologie et la minéralogie — du point de vue de la fonction géologique des organismes. Mais l'importance de l'étude comparative de la composition chimique élémentaire complète des organismes a été prouvée par la géochimie. La composition chimique élémentaire des différentes espèces (genres etc.) des organismes est différente, bien que tous les organismes aient beaucoup de traits communs dans leur composition.

Le contenu quantitatif des éléments chimiques tels que C, O, H, N (macroéléments) vascille dans les différentes espèces dans les limites étroites (une décade). Le contenu des autres éléments (micro- et ultramicro) change parfois très sensiblement d'une espèce à l'autre (plusieures décades). D'autre part certaines espèces d'organismes concentrent certains éléments chimiques en grande quantité. Bien d'autres particularitées de la composition des différentes espèces sont caractéristiques.

Enfin les oscillations qu'on observe dans la composition chimique élémentaire dans les limites des espèces (genres etc.) rapellent des mêmes oscillations des propriétés morphologiques des organismes. La composition chimique élémentaire des organismes est ainsi la propriété caractéristique des espèces qui indique en même temps la fonction géochimique de cette espèce (genre etc.). C'est ce qui permet de distinguer les organismes calcaires, ferriques, siliciques, vanadiques et d'autres plus complexes, qui concentrent les éléments chimiques correspondants; ces organismes produisent un effet géochimique déterminé. Au point de vue géochimique il est important de connaître exactement la composition chimique élémentaire moyenne de tous les organismes comparativement avec la composition de leur milieu ambiant. La composition chimique élémentaire moyenne des organismes vivants, c'est-à-dire la composition moyenne de la matière vivante, est la somme de celle des organismes terrestres et marins; sur la terre ferme la composition chimique élémentaire de la matière vivante est déterminée par celle des forêts. Le second rang est occupé par la végétation herbacée, la matière vivante des sols et enfin celle des animaux. En se basant sur toutes les analyses connues on a pu: 1) trouver les limites dans lesquelles l'élément chimique élémentaire donné est observé dans les organismes (voir fig. 1) 2) trouver son contenu moyen, le plus habituel, qui correspond à la masse principale des organismes, et 3) classer les éléments chimiques dans un certain ordre, montrer par exemple que dans les organismes on trouve ordinairement des relations: Sr > Ba, Ni > Co, Ti > V, Zn > Cu, Cu > Ni, Fe > Mn, etc.

Les résultats de la recherche du contenu moyen des éléments chimiques dans les organismes de la terre ferme ont permi de tracer des courbes, qui indiquent le lieu existant entre le contenu de l'élément chimique donné dans la matière vivante et de l'ordre de son nombre atomique. Sur la figure (voir fig. 2) est indiqué le contenu quantitatif des éléments chimiques dans la matière vivante en pour-cent des atomes. Les logarithmes des pour-cents des atomes sont notés sur les *ordonnées*, tandis que les nombres atomiques des éléments chimiques sont indiqués sur les abscisses selon l'ordre de leur accroissement. Les éléments chimiques pairs

[1] Voir A. Vinogradov — Travaux du laboratoire Biogéochimique de l'Ac. d. Sc. de l'URSS, T. III, 1934, p. 63.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

sont marqués par des carrés (■, ◧, □), les éléments impairs par de petits ronds (●, ◐, ○). Les éléments chimiques qui possèdent des données quantitatives exactes sont indiqués par des signes ombrés (■, ●); les éléments qui n'ont q'une détermination qualitative sont ombrés à la moitié (◐ et ◧), par des signes non ombrés (□ et ○) sont marqués les éléments chimiques pour lesquels il ny a pas de donnéos (ils indiquent la position probable sur la courbe). Conformément à ce que l'histoire géochimique des éléments chimiques pairs diffère de celle des éléments impairs ils se trouvent sur deux courbes differentes. Les premières indications sur la courbe (jusqu'aux №№ 30—35) se basent sur un grand nombre de faits empiriques. Le reste des courbes est plus ou moins hypothétique, particulièrement dans le domaine des terres rares et du groupe des éléments de platine. La figure représente des courbes analogues pour certaines especès d'organismes (voir fig. 3). Elles ont le même caractère. Le nombre des atomes d'un élément chimique ou d'un autre dans la matière vivante se trouve généralement en relation inverse à leur poids atomique (resp. nombre atom.) La composition chimique élémentaire moyenne de la matière vivante (la distribution des atomes dans la matière vivante) est la fonction du nombre des chargements des noyaux atomiques (protons). Cette fonction ne peut pas être exprimée pas une ligne droite (hypothétique) inclinée de H à U même après toutes les corrections de la composition empirique des organismes. Les courbes (paires et impaires) ont des périodes régulières avec un maximum et un minimum. Cette périodicité est troublée par la position du Pb pour lequel les données sont cependant probablement exagérées. Il n'existe qu'un très petit nombre de déterminations. La position du Th donne le même resultat, mais on y a trouvé des fautes corrigées ensuite. Les nouvelles données pour Th correspondent à sa position correcte sur notre courbe. Le rang pair est caracterisé par la période 6 (selon la formule 2 + 6 + 6 . . .), le rang impair par la même (selon la formule 1 + 6 + 6 . . . , voir fig. 4 et 5). Les maxima de la courbe paire correspondent à O, Si, Ca, Fe, Ge, Sr, (Ru) Sn, Ba, Hg, (Ra) etc. Les maxima de la courbe impaire correspondent à H, N, Al, K, Mn, Ga etc. Il est évident que ce sont précisément ces „sixièmes" éléments qui jouent un rôle important par rapport à la matière vivante. On connaît pour la plupart de ces éléments les organismes formant les roches biogènes. Pour d'autres éléments ainsi que pour ceux qui se trouvent sur les courbes à côté du maximum C, Na, Mg, P, S, V. Zn etc. sont connus comme des organismes concentrateurs.

La concentration des éléments chimiques indiqués est produite par des organismes de types plus anciens, notamment par différents Thalophyta, Protozoa etc. Tout ce monde d'organismes remplit des fonctions géochimiques les plus diverses (voir table 6).

Au cours de l'évolution l'une ou l'autre de ces fonctions géochimiques (de la concentration) disparaît chez certaines formes d'organismes, mais la fonction physiologique plus délicate (determinée par elle de l'un ou l'autre élément chimique) demeure intacte dans l'organisme. En analysant la fonction géochimique des organismes par rapport à un nombre d'éléments nous avons fixé notre attention sur le rôle de Al dans les organismes paléozoiques (par exemple Lepidodendron etc.) et dans leurs descendants contemporains. Pour Ga, Ge, Cd et d'autres éléments chimiques qui se trouvent dans le maximum, on pourrait s'attendre à trouver des organismes concentrateurs. La courbe des éléments chimiques pairs a la tendance de monter à un niveau plus élevé. Les éléments chimiques qui se trouvent dans les maxima avec des éléments chimiques, analogues de la courbe impaire donnent des paires d'éléments chimiques telles que: Ca/K, Fe/Mn, Rb/Sr etc., intéressantes au point de vue de la physiologie et de la géochimie. La divergence des niveaux de ces courbes dans des cas d'espèces déterminées peut être encore plus marquée.; Par exemple les Laminariae auront plus d'éléments (impairs) H, B, F, Na, Al, Cl, K (Cu), As, Br, Rb, J et autres, tandis qu'un xérophites aura plus d'eléments (pairs): C, Mg, Si, Ca, Fe, Zn, Sr, (Mo), Ba (Ra), mais c'est un cas particulier. On peut dire en définitif que la composition chimique moyenne de la matière vivante est une certaine fonction périodique du nombre des chargements des noyaux des éléments chimiques (protons). Dans la composition chimique élémentaire de l'espèce se manifestent les proprietés chimiques des atomes — leurs enveloppes d'éléctrons. Nous appelons — loi biogéochimique — la régularité découverte par nous dans la distribution des éléments chimiques dans la matière vivante. Elle caractérise en même temps la composition de la biosphère. La loi biogéochimique étant

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

representée graphiquement permet d'indiquer la quantité moyenne habituelle d'atomes qui se trouvent dans l'organisme. Au point de vue géochimique les éléments chimiques qui se trouvent dans le maximum, forment de différents composés solubles; dans les eaux terrestres les éléments qui se trouvent dans le minimum des courbes, comme règle, ne donnent pas de composés solubles et ne se trouvent pas comme tels dans les eaux vadoses de la biosphère.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР · III
TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS · III

B. BRUNOWSKY und K. KUNASCHOVA

BEITRÄGE ZUM RADIUMGEHALT VON PFLANZEN UND GEWÄSSERN

I

Als Hauptergebnis der vorjährigen Arbeit[1] ist die Entdeckung einer möglichen Abhängigkeit des Radiumgehalts des Wassers (Teich in Alt-Peterhof) und der Wasserlinsen von der Jahreszeit anzusehen. Um dieses Resultat entweder zu bekräftigen oder als zufällig auszuscheiden, wurde die Arbeit im verstrichenen Jahre in derselben Richtung fortgesetzt. Ferner wurden laut dem Plane für das Jahr 1932 noch folgende Radiumgehaltsbestimmungen ausgeführt: im Meerplankton, in 5 Proben des Meerwassers aus dem es geködert war, in Bierhefe und im Schlamm des Sees „Seliger". Ausserdem hat, dank der Geldunterstützung von Seiten des Komitée's zur Förderung der chemischen Industrie in der Volkswirtschaft, eine systematische Untersuchung des Ra- und Th-Genalts einer Reihe von Pflanzen und Tierorganismen begonnen, deren Wiedergabe wir aber einer späteren separaten Mitteilung vorbehalten.

In der oben zitierten Arbeit ist darauf hingewiesen worden, dass das Sammlungsmaterial vom Jahre 1930 darüber entscheiden sollte, ob der hohe Radiumgehalt in den Wasserlinsen aus Kiew vom Jahre 1928 nur irrtümlich vorgetäuscht wäre. Die in der Arbeit ausgesprochene Befürchtung hat sich bestätigt und somit liegt nocheinmal Grund vor, über die Frage der Verunreinigung mit Ra zu diskutieren, um so mehr, da unsere Erfahrung in dieser Richtung sich noch durch einige krasse Fälle im verflossenen Jahre bereichert hat. Zwei Fälle, die näher beschrieben werden sollen, haben die Bedeutung, dass sie einen der möglichen Urheber der Verunreinigung bloslegen.

F a l l № 1. Es war ein gewisses Quantum Curie-Gefässe dem Clasbläser des Radiuminstituts bestellt worden. Von den erhaltenen 30 Stück wurde eins zufällig herausgegriffen, bis zu $^1/_3$ Inhalt mit destilliertem Wasser gefüllt, abgeschmolzen und nach 15 Tagen gemessen. Bei einer nat. Zerstreuung von 0.05 $\frac{\text{Teilstr.}}{\text{Minute}}$ wurde ein Ionisationsstrom von 0.15 $\frac{\text{Teilstr.}}{\text{Min.}}$ gemessen. Hierauf

[1] B. Brunowsky. Studien über die Konzentration des Radiums durch Lebewesen. Труды Биогеохимической лаборатории, II, Ленинград, 1932.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

wurden alle „Barbotteur'e" in verdünnter HCl Säure (1:1) gewaschen und 5 vom ihnen nach 15 Tagen zugleich einer Messung unterzogen, wobei eine summare Aktivität von 0.095 $\frac{\text{Teilstr.}}{\text{Minute}}$ erhalten wurde. Somit war ein Kaltwaschen mit Hydrochlorsäure nicht ausreichend, um Spuren des anhaftenden Ra zu entfernen. Es wurden danach die Quirlgefässe mit siedender konz. HCl-Säure gespült und wiederum nach 15 Tagen einer Prüfung unterzogen. Erst nach solcheiner energischen Behandlung gelang es die Gefässe von jeglichen Radiumspuren zu reinigen.

Fall № 2. Zur Herstellung einer Batterie normaler Elemente wurde uns aus dem Radiuminstitut Platindraht zugeschickt. Wir beschlossen seine Hüllung-Filtrierpapier — auf Radiumspuren zu prüfen. Das Papier wurde verascht und darauf nach üblicher Methode in Lösung gebracht. Die Messung ergab, dass der kleine Papierfetzen $1.7 \cdot 10^{-9}$ g Ra enthielt, während unsere Lösungen von Lebewesenproben einen Absolutbetrag von $3 \cdot 10^{-11}$g Ra aufwiesen. Man müsste einen erstaunlich hohen Widerspruchsgeist besitzen, um, nach den angeführten Fällen, noch länger an einer möglichen Verunreinigung radiumarmer Proben durch Gegenstände und Personen aus dem Radiuminstitut zu zweifeln. Wir sind durch diesen Tatsachenbestand, der seine Begründung auch weiterhin im angeführten Messungsresultat findet, gezwungen aufs schärfste zu betonen, dass die von uns geführte Arbeit erst dann vollständig einwandsfrei und sicher gestellt sein wird, wenn unser Mutterlaboratorium—das Biogeochemische Laboratorium der Akademie der Wissenschaften—sich territoriell gänzlich vom Radiuminstitut losgelöst haben wird. Bis dahin werden wir es immer mit spontanen Verunreinigungen zu tun haben, denn von uns ist schon die Hoffnung aufgegeben worden unter den gegenwärtig herrschenden Verhältnissen eine wirksame Isolation unserem Teillaboratorium gegen eine direkte und übertragene Berührung mit dem Radiuminstitut zu sichern. Um dem Kosten- und Arbeitsaufwand gerecht zu werden, muss der oben gefolgerte Schluss auch von denen gezogen werden, für die das erfolgreiche Gelingen dieser Arbeit von hohem Interesse ist.

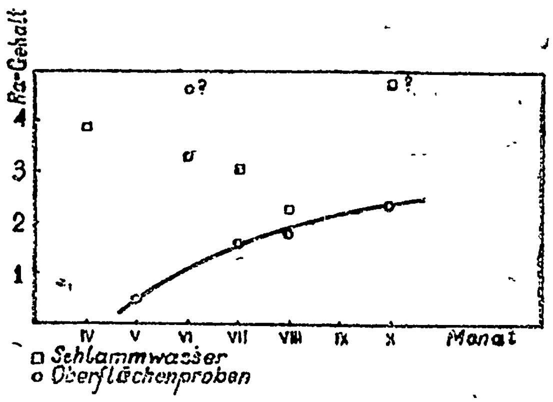
II

Wie schon eingehens erwähnt, war unser Augenmark auf die Untersuchung des Radiumgehalts des Teichwassers und der Lemna in Abhängigkeit von der Jahreszeit gerichtet und um diesen vermuteten Zusammenhang zum Ausdruck zu bringen, sind im Jahre 1931 Proben nicht nur in Mittesommer und Spätherbst, wie im Jahre 1930, sondern auch gegen Ende des Winters, im Frühling, im Frühsommer und Spätsommer genommen worden. Ausser den Oberflächenproben haben wir auch die Wasserschichten auf ihren Radiumgehalt geprüft, die den schlammigen Bodenabsatz des Teiches durchtränken. Zu diesem Zwecke versenkten wir den Batometer bis auf den Boden und saugten dann das Wasser samt dem aufgestöberten Schlamm in die Flasche. Nach einigen Tagen ruhigen Stehens setzt sich der Schlamm völlig und nun wird das Wasser abdekantiert. Es ist darauf geachtet worden, dass dem Tage

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

der Wasserprobeentnahme stets einige regenfreie Tage vorangegangen waren. In Tab. 1 und Fig. 1 sind die Resultate der Messungen vorgeführt und Fig. 2? ist der vorjährigen Arbeit entnommen. Ein Vergleich dieser Abbildungen zeigt, dass beide Kurven die gleiche Tendenz aufweisen. Auch quantitativ stimmen die Resultate der beiden Jahre gut überein — die entsprechenden Zahlen für den Radiumgehalt in der oberen Wasserschicht für das Jahr 1930 waren $1 \cdot 10^{-14}$ % (Juni) und $3.5 \cdot 10^{-14}$ % (Oktober) und für das Jahr 1931 entsprechend $1 \cdot 10^{-14}$ % (falls man den Gehalt für den Juni durch Interpolation bestimmt) und $2.4 \cdot 10^{-14}$ %. Die Schwankungen in den Zahlen für die Tiefenproben sind wohl in den kolloidalen Bestandteilen des Schlammes zu suchen. Bei nicht genau eingehaltenen Bedingungen des Abstehens kann der Schlamm, der verhältnismässig reich an Ra ist, in ungleichen Mengen im Wasser vorhanden sein und dadurch die Schwankungen bedingen. Da der Schlamm einen während der Sommermonate konstanten Radiumgehalt aufweist (Siehe Tab. 2), so muss ihn auch das Schlammwasser besitzen.



Фиг. 1.

Auf Grund der Messungresultate der Wasserlinsen verschiedener Sammlungszeiten — Mittesommer und Spätherbst, äusserte einer von uns die Meinung, dass der Radiumgehalt der Wasserlinsen eine Funktion der Jahres-

Tabelle 1

Monate	IV	V	VI	VII	VIII	X
Oberflächen-probe . .		$5 \cdot 10^{-15}$ %	$4.6 \cdot 10^{-14}$ %	$1.6 \cdot 10^{-14}$ %	$1.8 \cdot 10^{-14}$ %	$2.4 \cdot 10^{-14}$ %
Schlammwasser . . .	$3.9 \cdot 10^{-14}$ %		$4.3 \cdot 10^{-14}$	$4.1 \cdot 10^{-14}$	$2.3 \cdot 10^{-14}$	$4.8 \cdot 10^{-14}$

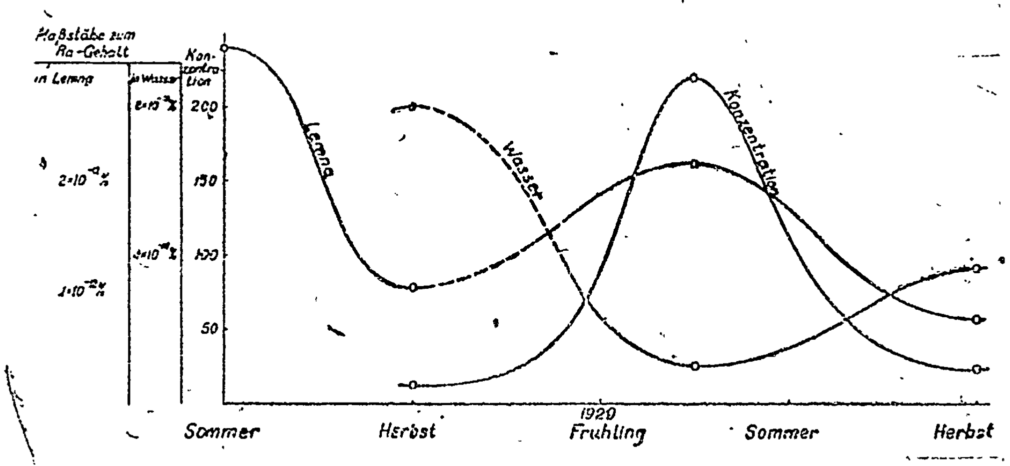
Tabelle 2

Monate	VII	VIII	X
Schlamm aus dem Orangerieteich (auf den lufttrockenen Zustand bezogen) .	$1.61 \cdot 10^{-10}$ %	$1.8 \cdot 10^{-10}$ %	$1.73 \cdot 10^{-10}$ %.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

zeit sein muss, wie es in Fig. 2 zu sehen ist. Um einerseits möglichst mehr Versuchspunkte in dem uns interessierenden Zeitintervall — Frühling — Herbst — zu erhalten und anderseits die Ergebnisse durch ein einheitliches Sammlungsmaterial zu präzisieren, wurde in dem verstrichenen Jahre eine forcierte Sammlung der reinen Variatäten der *Lemnae* im Juni, Juli und August durchgefürt. Die Resultate sind in Tabelle 3 enthalten und in Fig. 3 graphisch wiedergegeben. Wie man sieht ist die grosse Sammlungsarbeit nicht umsonst gewesen, denn auf Grund der Fig. 3 ist die Abhängigkeit des Radiumgehalts von der Jahreszeit für alle drei Arten ausser Zweifel gestellt.



Фиг. 2.

Dies ist auch ein Resultat, dass man a priori zu erwarten hat, falls man das Ra als biochemisches Element betrachtet und sich auf analoge Erscheinungen an anderen Elementen stützt. In neuester Zeit ist durch Anwendung der optischen Spektroskopie eine so grosse Zahl von Elementen in den biologischen Kreis eingeführt worden, dass es nur eine Frage der Methodik ist dieses Ergebnis auch auf einige der radioaktiven Elemente zu erstrecken. Obgleich man sich in vielen Fällen noch nicht im Klaren ist, welcheine physiologische Bedeutung man diesem oder jenem Element zuzuschreiben hat, so ist es doch schwer glaublich, dass ihr Vorkommen in Organismus ohne Belang für den letzteren sei. Bei den radioaktiven Elementen hat man in Betracht zu ziehen,

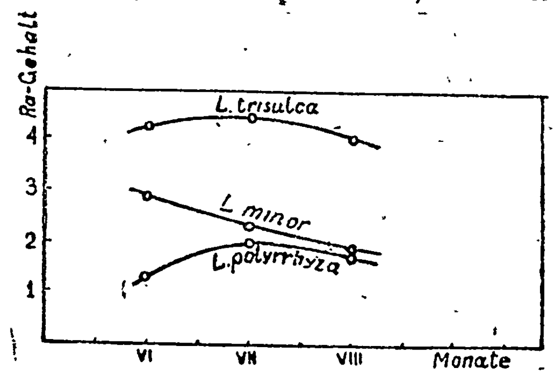
Tabelle 3

Monate	VI	VII	VIII
L. trisulca	$4.28 \cdot 10^{-12}$ %	4.5	4.1
L. minor	$2.91 \cdot 10^{-12}$	2.34	1.95
L. polyrrhiza	$1.34 \cdot 10^{-12}$	2.00	1.75

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

dass sie ausser chemisch auch durch die Energie ihrer radioaktiven Strahlungen auf die Zelle einwirken können. Und da nichts über ihre Verteilung im Organismus und speziell in der Zelle bekannt ist, so muss man mit der Möglichkeit rechnen, dass die radioaktiven Stoffe physiologisch wichtige Organe in konzentrierten Mengen umgeben und so, bei einem geringen mittleren Gehalt, eine bedeutende Wirkung auf den Organismus als Ganzes ausüben können. Den Beweis dafür, dass den in einer Pflanze vorkommenden radioaktiven Stoffen eine physiologische Rolle zukommt, könnte man dadurch erbringen, dass man die Anwesenheit im Organismus nicht aller genetisch verbundenen radioaktiven Elemente feststellt, sondern nur solcher, die einer Plejade angehören.[1] Denn falls dass Lebewesen nur gewisse Isotopen aufnimmt, so sind es logisch nur die, deren chemisch-physikalische Eigenschaften seinem inneren Bedarf entsprechen. Falls das Ra von der *Lemna* nur dank seinem Vorkommen im Nahrungsmittel — Teichwasser — aufgenommen wird, so müsste der Radiumgehalt der Lemna nur durch den Radiumgehalt des Teichwassers bestimmt sein. Wie aus Tab. 4 zu ersehen ist, weist das Teichwasser von Jahr zu Jahr praktisch einen konstanten Radiumgehalt auf. In Tab. 5 sind die mehrjährigen Resultate für die *Lemnae* aus Peterhof und Kiew zusammengestellt. Wie zu ersehen, variiert nicht nur der Radiumgehalt für die einzelnen Arten von Jahr zu Jahr, sondern sie wechseln sogar ihre Plätze, falls man sie nach ansteigenden oder abfallenden Zahlen ordnet. Eine Ausnahme in dieser Hinsicht bildet das Material vom Jahre 1931 (Kiew und Peterhof), für die eine an den Fehlergrenzen der Messung liegende Übereinstimmung erhalten worden ist. Untersuchungen in dieser Richtung sind gegenwärtig bei uns in Gang und wir hoffen demnächst darüber mitteilen zu können. Wenden wir uns jetzt der Fig. 3 zu. *Lemna polyrrhiza* und *L. trisulca* weisen dieselbe Abhängigkeit auf, da sie beide einen Maximal-



Фиг. 3.

Tabelle 4

Jahre	1930	1931	1932
Orangerieteich (Mittesommer)	$1.7 \cdot 10^{-14}$ %	$1.6 \cdot 10^{-14}$ %	$2 \cdot 10^{-14}$ %
Wasser aus Kiew		$3.7 \cdot 10^{-14}$	

[1] Ausgeschlossen Glieder mit sehr kurzer Lebensdauer.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Tabelle 5

Peterhof Sommer 1930			Kiew Sommer 1930		
L. trisulca .	2.0 ; 1.8 ; 1.7	Mittel 1.8 $\cdot 10^{-12}$%	*L. polyr.* .	3.4 ; 3.5	Mittel 3.45 $\cdot 10^{-12}$%
L. polyrrhiza	1.2 ; 1.1	„ 1.2 $\cdot 10^{-12}$	*L. tris.* . .	2.32; 2.46	„ 2.36 $\cdot 10^{-12}$
L. minor . .	0.91; 0.94	„ 0.92 $\cdot 10^{-12}$	*L. minor* .	1.2 ; 1.2	„ 1.2 $\cdot 10^{-12}$
Peterhof Sommer 1931			**Kiew Sommer 1931**		
L. trisulca .	4.5	Mittel 4.5 $\cdot 10^{-12}$%	*L. tris.* . .	4.6; 4.4	Mittel 4.5 $\cdot 10^{-12}$%
L. minor . .	2.6 ; 2.1	„ 2.3 $\cdot 10^{-12}$	*L. minor* .	2.4; 1.9	„ 2.2 $\cdot 10^{-12}$
L. polyrrhiza	2.02; 1.97	„ 2.00 $\cdot 10^{-12}$	*L. polyr.* .	1.6; 1.9	„ 1.0 $\cdot 10^{-12}$
Peterhof Sommer 1932					
L. polyrrhiza	2.22; 2.10	Mittel 2.16 $\cdot 10^{-12}$%			
L. minor . .	1.21; 1.16	„ 1.19 $\cdot 10^{-12}$			

gehalt an Ra im Juli besitzen. Anders verhält sich die *L. minor* dem Ra gegenüber; ihr Radiumgehalt fällt zum Herbst hin stetig ab. Es liegt am nächsten der Gedanke den Radiumgehalt in den *Lemnae* mit ihren Wachstumsgeschwindigkeiten in Beziehung zu stellen.

Wenn man Abb. 2 und 3 zugleich betrachtet, so sieht man, dass der Radiumgehalt der *Lemna minor* stetig zum Herbst abfällt, während er für die oberen Wasserschichten allmählig ansteigt. Es lässt sich leider aus den erhaltenen Zahlen nicht einwandfrei feststellen, ob eine Beziehung zwischen diesen beiden Erscheinungen bestehe. Man könnte nur aus den Erörterungen die weiter folgen schliessen, dass mehr für als gegen solcheine Beziehung spricht. Der Orangerieteich im Hegeparke des Naturwissenschaftlichen Instituts in Peterhof stellt einen Behälter dar, in den vom Süden ein kleiner Bach mündet, der gewöhnlich gegen Ende Juni versiegt. An der Nordseite wird der Teich von einem Granitbarriere gesperrt, über welchen das Wasser bei hohem Stande hinwegfliesst, was aber nur im Frühling oder auch bei einem an Niederschlägen reichem Herbste stattfindet. Im Frühling muss der Radiumgehalt der Oberflächenproben dank den grossen radiumarmen Mengen geschmolzenen Schnees und Eises stark herabsinken. Die Strömung muss sich hauptsächlich auf die oberen Wasserschichten beschränken, da die Granitschleuse eine Stauchung des „Schlammwassers“ hervorruft und dessen Vermengung mit dem leichteren Tauwasser stark hemmt. Somit stellt zum

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Sommer hin der Teich einen abgeschlossenen Bassin dar. Da die *Lemna minor* im Teiche in überwiegendem Gewichtsverhältnis gegenüber den beiden anderen Arten vertreten ist, so kann man mit genügender Annäherung sie allein in Betracht ziehen. Wie wir sahen, verliert sie zum Herbst hin einen Teil ihres Ra, das ins Wasser zurücktritt, dem es während des Frühlings entnommen worden. Da der Teich im Sommer einen abgeschlossenen Wasserbehälter darstellt, so muss der Radiumgehalt der oberen Wasserschicht ansteigen, vorausgesetzt, dass die aus der *L. minor* ausgeschiedenen Radiummengen genügend gross sind, um die Konzentration des Ra im Wasser zu ändern. Der Teich besitzt eine Fläche von ungefähr $20\,m \times 10\,m = 200\,m^2$, was bei einer mittleren Tiefe von 1 m und einem Radiumgehalt von $10^{-14}\,\%$ eine Absolutmenge von 10^{-8} g Ra ergibt. Die vom Frühling bis Herbst aus der *L. minor* austretende Radiummenge beträgt, bei einer mittleren Wasserlinsenschicht von 0.005 m, $0.005 \times 200 \times 10^{-11} \cdot 1000 = 10^{-8}$ g Ra. Die beiden Zahlen sind somit von gleicher Grössenordnung. Falls die beiden Erscheinungen als konjugierend zu betrachten sind, muss ihr Produkt eine Konstante sein. Für den Juni, Juli und August berechnen sich folgende Werte für diese Konstante 3.5; 3.7; 3.5.

Bei der Beurteilung der Konstanz dieser Zahlen muss man nicht vergessen, dass es andere Faktoren gibt, die dieser Anspeicherung des Ra in der oberen Wasserschicht entgegenwirken. Es sind dies die Konvektionsströme, welche durch Druck- und Temperaturschwankungen hervorgerufen werden, die eine Ausgleichung des Radiumgehalts des Wassers zur Folge haben. Andererseits bewirken sie, ebenso wie die Diffusion, ein Emporsteigen des Ra aus den Wasserschichten, die den Schlamm durchtränken und die ungefähr einen doppelten Radiumgehalt besitzen. Aus diesem Grunde muss ein Ansteigen des Radiumgehalts der Oberflächenprobe auch nach dem Verschwinden der Wasserlinsen fortdauern.

Da sich die Veröffentlichung dieser Arbeit über ein Jahr hingezogen hat, so können wir auch zugleich über die Resultate der Untersuchung der *Lemnae* vom Sommer des Jahres 32 an dieser Stelle berichten. In Tab. 6

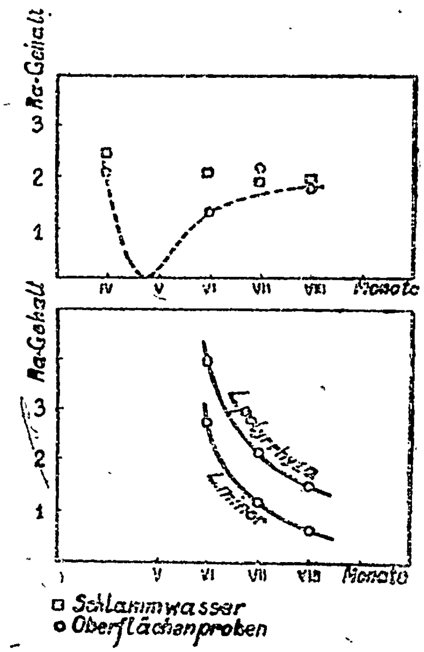
Tabelle 6

Bezeichnung der Probe	Monate			
	IV	VI	VII	VIII
L. minor		$2.77 \cdot 10^{-12}$	$1.19 \cdot 10^{-12}$	$0.64 \cdot 10^{-12}$
L. polyrrhiza		$3.93 \cdot 10^{-12}$	$2.16 \cdot 10^{-12}$	$1.52 \cdot 10^{-12}$
L. trisulca			$1.55 \cdot 10^{-12}$	$1.52 \cdot 10^{-12}$
Oberflächenprobe	$2.05 \cdot 10^{-14}$	$1.28 \cdot 10^{-14}$	$2.16 \cdot 10^{-14}$	$1.76 \cdot 10^{-14}$
Tiefenprobe	$2.47 \cdot 10^{-14}$	$2.09 \cdot 10^{-14}$	$1.9 \cdot 10^{-14}$	$1.9 \cdot 10^{-14}$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

und Fig. 4 sind die Resultate wiedergegeben. Der Sommer des Jahres 1932 war kein günstiger für die Entwicklung der Wasserlinsen und speziell der *Lemna trisulca.* Junge Pflanzen waren nirgend vorzufinden und nur zur zweiten Hälfte des Sommers gelang es uns ein Material zu sammeln, das aber grosse Bedenken hinsichtlich seines lebenden Zustandes erweckte. Dass diese *Lemna trisulca* als „tot" zu betrachten ist, hat sich auch in ihrem Radiumgehalt geäussert, für den sich ein unzulässig niedriger Wert ergeben hat und bei dem auch keine jetzt zu fordernde Saisonabhängigkeit aufzuweisen war.



Фиг. 4.

Der Ra-Gehalt ist somit für den Zustand einer Pflanze ebenso bezeichnend, wie der von anderen Elementen und die Ra-Schwankungen von Jahr zu Jahr sind durch klimatische Wachstumverhältnisse verursacht, wie es schon A. Nodon und G. Cuvier[1] an Weintrauben festgestellt haben. Der rapide Abfall des Ra-Gehalts bei den *Lemnae,* wobei die *L. polyrrhiza* im Gegensatz zum vorigen Jahre ein Julimaximum ergeben hat, ist allem Anscheine nach auch mit den ungünstigen Wachstumverhältnissen in Verband zu stellen, wonach der Stoffaustausch stark herabgesetzt sein muss. Im Jahre 1932 wurden Proben des Wassers schon im April genommen, wo der Teich noch von einer dicken Eisschicht bedeckt war, um die für den Winter postulierte Gleichheit im Ra-Gehalt der Oberflächen- und Tiefenproben zu kontrollieren. Diese Vermutung hat sich auch bis zu einemg ewissen Grade erfüllt. Unbefriedigend ist nur die hohe Zahl für den Juli und falls man ihr keine besondere Bedeutung zukommen lässt, ist das Messungsresultat für das Wasser in bestem Einklang mit den früher erhaltenen Resultaten und den Betrachtungen, die betreffs des Ra-Gehalts des Wassers in dieser Arbeit, sowie an einer anderen Stelle, gemacht worden sind. Tatsächlich zeigt dann der Ra-Gehalt der Oberflächenprobe für den April den höchsten Wert und kommt dem der Tiefenprobe sehr nahe. Der zeitliche Verlauf des Ra-Gehalts der Oberflächenprobe wird dann wieder durch ein starkes Frühlingsminimum und ein Ansteigen zum Herbst hin charakterisiert, während die Tiefenprobe einen konstanten Gehalt während der Sommermonate aufweist. Diese Resultate bekräftigen nochmals die Anschauung, das ein Zusammenhang zwischen dem Frühlingsminimum für das Wasser und dem Frühlingsmaximum für die *L. minor* bestehe.

[1] Comptes Rendus. Acad. Sci. Paris, 187, 1928, p. 725.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

III

In unserer ersten Arbeit ist der Radiumgehalt für einige Erdpflanzen aus Kiew vom Jahre 1928 schon angefürt worden und jetzt soll die Aufzählung aller untersuchten Pflanzen beendet werden.

Tabelle 7

Benennung der Pflanze	Gewicht der Probe im lebenden Zustand	Radiumgehalt im 10^{-12} %.	
Poa annua	470.8	2.5	
Lycopodium clavatum	Probe 1 731	7.0 ?	
„	„ 2 501	3.2	3.5
„	„ 3 501	3.7	
Equisetum arvensae	„ 1 385	3.8	3.3
„	„ 2 436	2.7	
Silene otites	„ 1 420	4.7	4.6
„	„ 2 420	4.6	
„	„ 3 420	4.6	
Ranunculus circinatus	„ 370	2.9	
Trapa natans	„ 1 852	1.72	1.66
„	„ 2 852	1.60	
Sempervivum soboliferum	„ 1 1037	1.38	1.41
„	„ 2 1037	1.44	
Chenopodium sp.	„ 2 947	1.4	
Cladonia silvatica	Gewicht nur im lufttrockenen Zustand bekannt	$1.31 \cdot 10^{-12}$ g Ra pro 1 g Asche	
Zostera sp.	Probe 1 995	1.84	1.82
„	„ 2 1181	1.70	
Laminaria sp. (Aus dem Weissen Meer)	„ 1 1137	0.90	0.89
„	„ 2 1457	0.87	
Hydrocharis morsus ranae	„ 1 1894	4.1	
„	„ 2 1894	1.9	
Stratiotes aloides	„ 2106	2.0	

Wie aus der Tabelle zu ersehen, lässt die Übereinstimmung zwischen den Parallelproben viel zu wünschen übrig. In diese Tabelle sind nicht einige Messresultate eingeschlossen worden, weil die für sie erhaltenen Zahlen kein Zutrauen einflössen. Wir betrachten sie als „Verunreinigungen" und führen sie apart ein.

Chara foetida Probe 1. $11 \cdot 10^{-12}$ %
„ „ „ 2. 18 „
Riccia fluitans $15 \cdot 10^{-12}$ %
Utricularia sp. Probe 1. $20.5 \cdot 10^{-12}$ %
„ „ 2. 20 „

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Im Jahre 1930 sind in der Umgegend von Kiew auch Heuschrecken gesammelt worden. Wir erhielten sie in einem Gewicht von ca. 6000 g. Um ein möglichst einheitliches Gemenge zu erziehlen, veraschten wir das ganze Quantum und entnahmen dann der Asche die einzelnen Proben. Es ist uns nicht verständlich weshalb dennoch die einzelnen Proben unzulässig hohe Schwankungen aufweisen.

Chorthippus par. par. Probe 1	1000 g	$0.9 \cdot 10^{-12}$ %
„ „ „ „ 2	1000 „	0.8 „
„ „ „ „ 3	1000 „	0.5 „
„ „ „ „ 4	2000 „	1.4 „
„ „ „ „ 5	1000 „	0.75 „

Es wurden ferner, zwecks Auffindung von neuen Ra-Konzentrationsagenten, das Meerplankton und Bierhefe auf ihren Radiumgehalt geprüft. Es standen uns zwei Proben von je 500 g auf den lebenden Zustand bezogen vom Plankton aus dem Barenz-Meer und fünf Meerwasserproben aus demselben Meere zur Verfügung. Alle fünf Proben waren in grosser Entfernung von der Küste genommen worden. Die 30 Liter Meerwasserproben wurden nach Ansäuerung mit HCl bis zu 15 L. eingedämpft, in eine Flasche von 18 L. Volumen übergeführt und nach der Auskochmethode unter reduziertem Druck gemessen. In Tab. 7 sind die Resultate angegeben.

Tabelle 8

	L	% Ra	Anmerkung
Tiefenprobe (200 m) unfiltriert	30	$2.73 \cdot 10^{-14}$	(Volumenprozent)
„ filtriert	30	$4.1 \cdot 10^{-14}$	„
„ „	31	$2.9 \cdot 10^{-14}$	„
Oberflächenprobe unfiltriert	30	$3.3 \cdot 10^{-14}$	„
„	29.8	$4.7 \cdot 10^{-14}$	„
Plankton Probe 1		$3.8 \cdot 10^{-13}$	Auf den lebenden Zustand bezogen
„ 2		$4.3 \cdot 10^{-13}$	Auf den lebenden Zustand bezogen

Die Kalibrierung des Elektrometers geschah mit einer Lösung, die nach der Quirlmethode gemessen — $1.33 \pm 0.04 \frac{\text{Skt.}}{\text{Min.}}$ ergeben hatte und einen Absolutgehalt von $8.26 \cdot 10^{-11}$ Ra besass. Diese Lösung wurde mit 15 L. radiumfreien Wasser vermengt, letzteres in die Messflasche gebracht und während $^3/_4$ Stunde gekocht. Die hierbei ausgetriebene Emanation verursachte eine Bewegungsgeschwindigkeit des Blättchens von $1.23 \frac{\text{Skt.}}{\text{Min.}}$. Diese Zahl ist auch für die Berechnung des Radiumgehalts des Meerwassers zu Grunde gelegt worden. Nach jedem Kochen wurde die Lösung einige Tage unter Atmosphärendruck gehalten, um eine Wiederauflösung der Luft zu erziehlen. Das Experiment hat gezeigt, dass sich nur unter diesen Bedingungen eine für die

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

quantitative Austreibung des Radons notwendige heftige Blasenbildung einstellt.

Mithin besitzt das Plankton einen 10-fach grösseren Radiumgehalt als das Meerwasser. Obwohl man es auch in diesem Fall mit einer Konzentration des Ra zu tun hat, so ist diese doch nicht so ausgeprägt, wie im Falle der Wasserlinsen.

Zum Schluss sei noch über die Untersuchung der Hefe mitgeteilt. Als erste Probe diente uns flüssige von ihrer Würze abfiltrierte Hefe. Eine Probe von 1827 g ergab einen Gehalt von $5 \cdot 10^{-13}\%$ Ra. In der zweiten untersuchten Probe ist zuerst die Würze unter grossem Drück (bei dem jedoch die Hefezellen nicht zerissen wurden) abgepresst worden. Nach den Angaben der Fachleute[1] verbleibt danach noch ca. 55% Würze in der Hefe. 2035 g abgepresster Hefe dienten uns als Ausgangsmaterial und die Messung ergab für sie $9.3 \cdot 10^{-13}\%$ Ra. Beim Umrechnen anf den Fall nur abfiltrierter Hefe (Dichte der Hefe und Würze gleichgesetzt) erhält man $5.10^{-13}\%$, in guter Übereinstimmung mit der oben angeführten Zahl. Es ist uns leider nicht gelungen reine Würze auf ihren Radiumgehalt zu prüfen, doch die Übereinstimmung der Zahlen beim Umrechnen von gepresster Hefe auf ungepresste lässt schon auf einen geringen Radiumgehalt der Würze schliessen — er muss jedenfalls kleiner als $1 \cdot 10^{-13}\%$ sein.

Б. К. БРУНОВСКИЙ и К. Г. КУНАШЕВА

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНО СОДЕРЖАНИЯ РАДИЯ В РАСТЕНИЯХ И ВОДАХ

Резюме

С целью проверки высказанного в последней работе[2] предположения о зависимости содержания Ra в воде и в ряске от времени года, нами были взяты пробы воды не только в середине лета и поздней осенью как в 1930 г., но и в конце зимы, весной, в начале и в конце лета. Помимо поверхностных проб воды были взяты и глубинные или, вернее, иловые, поскольку батометр опускался на самое дно и всасывалась придонная вода вместе со взмученным илом. После нескольких дней отстаивания, вода отдекантировалась и ил и вода исследовались в отдельности. В табл. 1 и на фиг. 1 представлены результаты измерений, а фиг. 2 взята из цитированной работы. Как видно, помимо качественного, имеет место и количественное согласие между обеими кривыми — для поверхностных проб воды в 1930 г. было получено $1 \cdot 10^{-14}\%$ (июнь) и $3.5 \cdot 10^{-14}\%$ (октябрь) и для

[1] I. Karpoff sprechen wir an dieser Stelle für sein freundliches Entgegenkommen unseren wärmsten Dank aus.

[2] B. Brunowsky. Studien über die Konzentration des Ra durch Lebewesen. Труды Биогеохимической Лабор. Акад. Наук. II, 1931.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

1931 г. соответственно $1 \cdot 10^{-14}\%$ (при интерполировании на июнь) и $2.4 \cdot 10^{-14}\%$. Причину сильных колебаний чисел для глубинных проб следует, очевидно, искать в неравенстве выпадения коллоидальной составной части ила от пробы к пробе.

Помимо воды собраны были в июне, в июле и в августе отдельные виды рясок. Результаты промера представлены в табл. 3 и на фиг. 3. Как видно, и в отношении рясок подтвердилось предположение, что содержание Ra в них есть функция времени года. Это и следовало ожидать, если руководствоваться аналогичными явлениями установленными для других элементов. Применение оптической спектроскопии настолько расширило круг биологических элементов, что включение в него и элементов радиоактивных рядов есть лишь вопрос времени. При этом следует учесть, что радиоактивные элементы являются не только химическими агентами, но и действуют на организм энергией своего излучения; и так как ничего не известно об их распределении в организме, то нужно считаться с возможностью, что они окружают в концентрированных количествах физиологически важные органы и в силу этого могут, при сравнительно низком среднем содержании, оказывать значительное действие на организм в целом. Доказательством того, что присутствующие в растении радиоактивные элементы играют физиологическую роль, послужило бы установление присутствия в организме не всех генетически связанных радиоактивных элементов, а только принадлежащих одной плеяде. Ибо, если организм воспринимает лишь определенные изотопы, то, логически, это должны быть те изотопы, физико-химические свойства которых удовлетворяют его запросам. Такого рода исследование было нами произведено за последнее время.[1] Если бы Ra воспринимался ряской лишь благодаря его присутствию в питательной среде — вода пруда — то его содержание в ряске должно было бы обусловливаться лишь его содержанием в воде.

Как видно из табл. 4, содержание Ra в воде остается практически говоря из года в год постоянным. В табл. 5 представлены результаты многолетних измерений рясок из Киева и Петергофа. Как видно, в противоположность воде, ряски дают чрезвычайно большие колебания в содержании Ra. К осени содержание Ra во всех видах резко падает, что вызвано, очевидно, уменьшением их скорости роста.

Так как опубликование этой работы затянулось более чем на год, то оказалось возможным привести результаты промера рясок и воды сборов 1932 г. Результаты представлены в табл. 6 и на фиг. 4. Лето 1932 г. было весьма неблагоприятным для рясок, в особенности для *L. trisulca*. Только во второй половине лета удалось собрать материал, который, однако, не являлся ни по цвету, ни по корешкам типичной живой *L. trisulca*. Что это была „мертвая" ряска, вытекало и из ее недопустимо низкого содержания Ra и из отсутствия для нее сезонных колебаний

[1] W. Vernadsky, B. Brunovsky et C. Kunaševa. Comptes Rendus. Séance du 4 décembre 1933. Б. Бруновский и К. Кунашева. Природа, № 12, 1934.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

в содержании Ra. Таким образом, содержание Ra в растении является для него столь же показательным, как и содержание других элементов и сильные колебания в содержании Ra из года в год вызваны климатическими условиями роста, как это уже доказано было для винограда Нодоном и Кювье.[1] Пробы воды, в отличие от прежних лет, были взяты уже в апреле, когда пруд еще был затянут толстым слоем льда, с целью проверки высказанного ранее предположения о равенстве в содержании Ra для поверхностной и глубинной воды зимой. Неудовлетворительным является лишь число за июль, и если ему не придавать особого значения, то все остальные точки хорошо согласуются с прошлогодними данными и с высказанным ранее предположением. Действительно, изменение во времени содержания Ra в поверхностной пробе характеризуется тогда наличием резкого весеннего минимума и увеличением содержания к осени. Глубинная проба дает практически постоянное число для содержания Ra за все время года.

Для выяснения вопроса, не является ли морской планктон концентратором Ra, было произведено определение содержания Ra в планктоне и в морской воде, из которой он был добыт. Результаты приведены в табл. 7. Таким образом планктон концентрирует Ra относительно морской воды порядка 10 раз.

В заключение с этой же целью исследовались пивные дрожжи. Для прессованных дрожжей получилось $9.3 \cdot 10^{-13}\%$, а для фильтрованных $5 \cdot 10^{-13}\%$ Ra. Из этих чисел следует, что сусло содержит не более $1 \cdot 10^{-13}\%$ Ra.

---

[1] A. Nodon et G. Cuvier. Comp. Rend. 187, p. 725, 1928.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР. III
TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS · III

К. Г. КУНАШЕВА и Б. К. БРУНОВСКИЙ

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЕСКА НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИЯ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗМАХ

25 декабря 1932 г. в Биогеохимической лаборатории Академии Наук нами было сделано сообщение на тему „К методике определения содержания тория в пресной воде и в растениях". На прениях по докладу со стороны сотрудников Гос. Радиевого института было высказано мнение, что полученные нами ранее числа для содержания Ra в растениях могут оказаться ошибочными в силу того, что присутствовавший в их зоне песок[1] нами отделялся лишь частично просеиванием через сито.

При допущении большого содержания Ra в мелком песке, прошедшем через сито — порядка в тысячи раз большего, чем в обычном кварцевом песке — естественно возникает опасение, что наши числа могли быть преувеличенными в несколько раз, а это в свою очередь ставило бы под сомнение возможность говорить при этих обстоятельствах о концентрации Ra живым веществом. Исходя из таких соображений, возможно объяснить случаи загрязнений проб Ra, о которых нами неоднократно сообщалось,[2] большим содержанием именно этого песка в золе растений. Это последнее предположение, однако, никак не объясняет того факта, что случаи загрязнений получались у нас и с водными пробами и с рясками,[3] относительно которых и речи не может быть о содержании в них песка в нужных для этого количествах.

С целью окончательного выяснения этого важного вопроса нами была проделана работа, к описанию которой мы и приступаем.

При выборе проб мы руководствовались следующими соображениями:

1. Для решения вопроса, является ли Ra в пробах, которые мы указывали как „загрязненные" Ra, привнесенным извне или же связанным

[1] От этого песка при сборе растений нацело освободиться не удается, поскольку песок этот отчасти входит в тело растения, будучи им механически захваченным во время роста.

[2] B. Brunowsky, Studien über die Konzentration des Radiums durch Lebewesen. Труды Биогеохимической лабор. Акад. Наук, II, 1932 г. — K. Kunaschova und B. Brunowsky. Beiträge zum Radiumgehalt von Pflanzen und Gewässern. S. Bd. III, S. 31.

[3] Ряска — водное растение. Ряска Оранжерейного пруда, с которой нам пришлось работать, представляет собой смесь трех видов. При отборе чистых видов отдельные небольшие порции их промывались троекратно в профильтрованной через вату прудовой же воде.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

с содержащимся в пробах песком, мы избрали одно растение с большим содержанием песка и для которого нами было получено аномально высокое число.

2. Для подкрепления того, что содержание Ra в растении не обусловливается содержащимся в нем песком, следовало взять золу растения с относительно высоким содержанием Ra и определить присутствующее в нем количество песка.

В пробах, удовлетворявших этим двум требованиям, нужно было каким-то способом отделить песок от золы.

Все золы, в которых мы производили определения содержания Ra, как уже указывалось выше, просеивались через металлическое сито, имевшее 484 отверстия на кв. см. Отсеянный таким способом песок в измерение не входил, и следовало учесть только тот песок, который проходил через это сито и не отделялся от пробы. Отделение этого песка от золы мы производили отмучиванием дестиллированной водой. Отмученная зола вместе с водой выпаривалась в фарфоровой чаше, обрабатывалась HCl; высушивалась и прокаливалась; далее, опять обливалась HCl, разбавлялась водой и фильтровалась на воронке Бюхнера. При этом и в фарфоровой чашке оставалось некоторое количество чрезвычайно мелкого песка. Отмученный песок обрабатывался разбавленной HCl, раствор фильтровался и песок переводился в раствор обычным способом. Таким образом получалось три раствора: 1) раствор, содержащий вес Ra золы, 2) солянокислая вытяжка песка и 3) раствор, содержащий весь Ra песка.

В качестве объекта, удовлетворявшего требованию 1, была взята зола папоротника (*Struthiopterus germanica*), собранного летом 1931 г. в заповеднике Петергофского Научно-исследовательского инст. Для него было получено содержание в $1.30 \cdot 10^{-11}$% Ra, в то время как пробы других растений содержали не больше 5.10^{-12}% Ra.

От 340.1 г золы было отсеяно 29.2 г песка. Затем, от 239.3 г золы было отмучено 50.01 г песка, который обрабатывался разбавленной HCl при нагревании, и от него, наконец, взята была проба в 10.0 г и переведена в раствор.

Для тех проб папоротника, для которых песок не был отмучен, а только отсеян, были получены следующие числа:

Проба I в 1891 г, считая на живой вес (золы 34.0 г) содержание $1.33 \cdot 10^{-11}$% Ra, считая на живой вес, или на золу $7.4 \cdot 10^{-10}$% Ra.

Проба II в 1891 г, (золы 34.0 г) $1.27 \cdot 10^{-11}$% Ra, считая на живой вес или на золу $7.2 \cdot 10^{-10}$% Ra.

Среднее соответственно $1.30 \cdot 10^{-11}$% и $7.3 \cdot 10^{-10}$% Ra.

После отмучивания песка водой получилось:

Проба I в 654 г: считая на живой вес (золы 12.0 г) содержание $2.25 \cdot 10^{-11}$% Ra, считая на живой вес или на золу $12.3 \cdot 10^{-10}$% Ra.

Проба II в 683 г. (золы 12.35) $2.14 \cdot 10^{-11}$% Ra или на золу $11.8 \cdot 10^{-10}$% Ra.

Среднее соответственно $2.20 \cdot 10^{-11}$% и $12.1 \cdot 10^{-10}$% Ra.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Далее идет обработка отмученного песка.

Солянокислая вытяжка из 50.01 г песка дала абсолютное содержание в $3.05 \cdot 10^{-11}$ г Ra или, считая в % на песок — $6.05 \cdot 10^{-11}$%.

Определение Ra в самом песке дало $5.6 \cdot 10^{-11}$%.

Таким образом содержание Ra в песке ($6.05 \div 5.6 = 1.1 \cdot 10^{-10}$%) не превосходит обычное его содержание в последнем.

Теперь, зная содержание Ra в песке и количество последнего в золе (21%), можно, исходя из чисел, полученных для неотмученных проб *Struthiopterus germanica*, подсчитать, какое бы для них получилось содержание, если бы песок в них был удален.

При внесении этой поправки получаются следующие числа: $1.32 \cdot 10^{-11}$% и $1.25 \cdot 10^{-11}$%, среднее $1.28 \cdot 10^{-11}$%.

Какие отсюда можно сделать выводы:

1. Что аномально высокое содержание Ra, полученное для папоротника, не связано с большим содержанием в нем песка.

2. Что эта проба является характерным примером для случая привноса Ra извне, о чем нами многократно говорилось.

Действительно, если предположить, что Ra, содержащийся в песке, не переходит в дестиллированную воду при отмучивании песка от золы и что содержание Ra в песке и в золе одного и того же порядка, то содержание Ra в отмученной золе должно остаться тем же. На самом же деле, оно возросло на 60%, что мыслимо только за счет перехода Ra из песка в воду. Подсчитаем, какое получится содержание в золе после отмучивания из нее песка, если исходить из предположения, что Ra песка частично выщелачивается водой. 68 г золы при среднем содержании в $7.3 \cdot 10^{-10}$% дают абсолютное содержание Ra в $4.96 \cdot 10^{-10}$ г. Если рассматривать наиболее благоприятный случай, что весь Ra песка при выщелачивании переходит в раствор, т. е. в отмученную золу, то содержание для этих двух проб, весом уже не в 68, а только 53.8 г, так как из них отмучено 14.2 г песка, должно получиться в $4.96 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{100}{53.8} = 9.2 \cdot 10^{-10}$%.[1] Это число значи-

[1] Если обозначить через: З вес золы

П „ песка

М „ золы и песка

и через: $З_{Ra}$ $П_{Ra}$ и $М_{Ra}$ соответственные % содержания Ra в них,

то имеем:

$$З_м \cdot З_{Ra} + П_м \cdot П_{Ra} = М \cdot М_{Ra}$$

При полном выщелачивании Ra из песка и после удаления последнего из золы, имеем $З_м \cdot З_{Ra} + П_м \cdot П_{Ra} = М' \cdot М'_{Ra}$, где $М' = М - П_м$, а $М'_{Ra}$ есть новое % содержание Ra в чистой золе.

Отсюда:

$$М'_{Ra} = \frac{З_м \cdot З_{Ra} + П_м \cdot П_{Ra}}{М'} = \frac{М \cdot М_{Ra}}{М - П_м}.$$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

тельно ниже того, которое получилось на самом деле. Объяснение этому явлению следующее. Из всей партии золы в 390.1 г после механического перемешивания были взяты две пробы, давшие среднее содержание в $7.3 \cdot 10^{-10}\%$. В оставшихся 239.3 г золы было произведено отмучивание песка водой. Если теперь предположить, что в золу попал привнесенный извне Ra, то естественно, что при простом перемешивании сухой золы могло и не получиться равномерное его распределение по всей золе. При действии же воды используются все центры загрязнений, и должно произойти хорошее усреднение всей золы. В связи с этим после обработки золы водой среднее содержание Ra в ней может возрасти за счет Ra, не связанного ни с золой, ни с песком, и в результате получится то парадоксальное явление, что действием воды на золу повышается ее содержание Ra.

Для осуществления положения 2 нами были взяты золы двух растений, которые дали одни из наиболее высоких чисел.

Для них ранее было получено:

Melampyrum pratensis:	I проба	$4.2 \cdot 10^{-12}\%$
	II „	$4.3 \cdot 10^{-12}\%$
	среднее	$(4.2_5 \pm 0.1) \cdot 10^{-12}\%$
Anthriscus silvestris:	I проба	$3.49 \cdot 10^{-12}\%$
	II „	$3.58 \cdot 10^{-12}\%$
обе пробы слиты вместе	....	3.36
	среднее	$(3.4_5 \pm 01.1) \cdot 10^{-12}\%$

После отмучивания песка для этих растений были получены следующие числа:

$$4.1 \cdot 10^{-12}\%$$
$$3.5 \cdot 10^{-12}\%$$

Полученные числа говорят сами за себя и в дальнейших обсуждениях не нуждаются.

Из обеих проб были отмучены соответственно следующие количества песка: 0.06 и 1.6 г. Песка от *Melampyrum pratensis* было так мало, что нами не делалось попытки определения в нем Ra. В 1.6 г песка от *Anthriscus silvestris* оказалось такое количество Ra, которое как раз лежало на пределе чувствительности прибора; по полученному спаданию листка — 0.032 g/m — для него вычислялось содержание в $1.10^{-10}\%$ Ra.

Резюмируя все полученные результаты, можно сказать, что предположение решающего влияния песка в растениях на числа, полученные для содержания в них Ra, не оправдались на опыте и что тем самым отпадают все дальнейшие опасения, являющиеся следствиями этого основного допущения.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР · III
TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS · III

В. М. ДИРШ

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ v и e НЕКОТОРЫХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ

В настоящей статье мною сделана попытка дать некоторые геохимические константы и на основании их вычислить геохимическую энергию 4 видов насекомых.

В энтомологической литературе почти не имеется материалов, из которых можно было бы почерпать цифровые данные, или они имеются в форме, мало пригодной для нашей цели. Поэтому по литературным источникам был обработан один вид, для остальных трех видов был собран собственный материал.

Необходимо заметить, что получение цифрового материала для геохимических констант требует большой затраты времени, так как только путем длительных наблюдений можно установить наиболее вероятную величину наблюдаемых признаков. Некоторые из этих признаков колеблются в очень широких пределах в зависимости от различных условий. Этим объясняется небольшое число обработанных видов. По этой же причине мною взяты пока наиболее простые случаи из всего многообразия насекомых.

Chorthippus albomarginatus De Geer

Вид широко распространенный в палеарктической области, и в широтном направлении от Испании до Амура. Он экологически связан с злаковыми степями умеренного пояса; в северных частях ареала чаще всего встречается в сухих степях, в южных более свойственен мокрым лугам.

Приводимые для этого вида данные относятся к 1929 г.; и были получены на материале, собранном в окрестности с. Казаровичи на правом берегу Днепра в 50 км севернее Киева.

Материал собирался на поемных лугах клеверно-полевичного типа по составу растительности и среднего и ниже среднего уровней по высоте. Сбор производился в период времени с 8 июня по 29 августа.

1. **m** — средний вес в граммах (4, 5, 6, 7). Мною приводится весь материал, касающийся среднего веса данного вида, начиная с первой стадии развития, так как это имеет несомненный интерес.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 1

Стадия развития	Количество индивидуумов	Их общий вес в г	m — средний вес одного индивидуума в г
I	9253	100.13	0.01082
II	13556	155.08	0.01144
III	9299	211.52	0.02274
IV	5558	257.53	0.04633
Имаго ♂	5693	332.90	0.05847
Имаго ♀	5459	804.06	0.14729

По величине веса наблюдается резкий половой диморфизм, поэтому мы принимаем как средний вес для вида среднее из весов m самцов + m самок, которое составляет 0.10195 г. Это число и является максимальным (m_1) средним весом индивидуума данного вида. Приближенно примем его равным:

$$m_1 = 0.102 \text{ г.}$$

2. **K$_1$**, площадь занимаемая организмом. Наибольшее выражение линейных размеров в сантиметрах (r) у данного вида мы имеем в размахе крыльев имаго, соответственно чему данные приводятся только для этой стадии.

Таблица 2

П о л	Число измерен. индивидуумов	Средняя величина r в см	Средняя ошибка средней величины	σ
♂	303	2.248	±0.007	±0.125
♀	300	2.933	±0.009	±0.169

Выражения полового диморфизма велики также и в размерах, поэтому r индивидуума данного вида будет представлять среднее из r самцов + r самок и будет равно: $r = 2.590$.

Отсюда

$$K_1 = 6.710.$$

3. **q** — количество яиц. В природе чрезвычайно трудно установить более или менее вероятную величину q. Это требует длительных наблюдений в течение ряда лет при различной экологической обстановке.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

У насекомых, кажется, наиболее резко сказываются колебания в числе яиц, откладываемых самкой в течение жизни. На их число могут оказать влияние: факторы географические, комплекс экологических факторов, климат, погода данного сезона, питание, паразитизм и, может быть, связанные с ним недостаточно выясненные явления внутреннего порядка. Но у насекомых с нерастянутым, коротким периодом кладки яиц возможен другой выход, а именно — сосчитывание яиц в яичниках самки. Это возможно только для видов с коротким периодом кладки, так как у них можно уловить момент, когда все яйца в яйцевой трубке настолько развиты, что их возможно сосчитать при небольшом увеличении микроскопа.

Подобный пример представляет собой *Chorthippus albomarginatus*, у которого осенью при начале кладки яиц можно сосчитать все содержимое яйцевой трубки, вплоть до концевой камеры. Мною были пересчитаны яйца в яичниках трехсот самок со следующим результатом: среднее количество яиц в одной самке равно:

$$235.00 \pm 2.48 \text{ при } \sigma = \pm 43.00,$$

откуда

$$q = 235.00$$

Величина среднего квадрататического уклонения (σ) говорит о большом размахе колебаний в количестве яиц у самок.

Большой интерес представляет проверка этих данных по материалу, собранному путем непосредственных наблюдений откладки яиц. Мальцев (15) наблюдал 11 самок, откладывающих кубышки. Каждая из них отложила следующее количество: 21, 13, 22, 22, 16, 18, 43, 2, 16, 14, 6 кубышек. Таким образом минимальное количество кубышек, отложенных самкой в течение жизни — 2, максимальное — 43, среднее — 17.54 кубышки.

По Бей-Биенко (2) в кубышке содержится 10—14 штук яиц, будем считать в среднем 12.

Следовательно, среднее количество яиц, откладываемое одной самкой в течение жизни, равно $12 \cdot 17.54 = 210.48$, т. е.

$$q = 210.43.$$

Совпадение чисел при пересчете яиц в яичниках и в данном случае очень велико. Можно с большой вероятностью заключить, что подсчет яиц в яичниках, в случаях, аналогичных разбираемому, дает довольно надежные результаты.

Итак, мы примем за q первую величину — 235.00.

4. **g.** Количество поколений в год равно 1:

$$g = 1.$$

Таким образом

$$\Delta = 0.01884,$$

$$\text{скорость передачи жизни } v_1 = 14.68,$$

$$\text{геохимическая энергия } e_1 = 10.99.$$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Chorthippus parallelus Zett.

Он также широко распространен, как и предыдущий вид. Связан с лугами, с богатым растительным покровом. Часто встречается вместе с предыдущим видом. Материал собран в 1929 г. за период с 8 VI по 31 VII. Обработан аналогично предыдущему виду.

1. **m.** Величина m приводится мною для всех стадий. m_1 как видно из таблицы, относится к имаго. В виду наличия полового диморфизма в m, этой величиной считаем среднее из m самцов + m самок, равное 0.11110 г:

$$m_1 = 0.111.$$

Таблица 3

Стадия развития	Число индивидуумов	Их общий вес в г	m — средний вес одного индивидуума в г
I	12763	95.69	0.00749
II	28819	446.00	0.01651
III	14958	450.95	0.03014
IV	7971	532.42	0.06679
Имаго ♂	5730	533.36	0.09308
Имаго ♀	3860	532.10	0.13784

2. **k_1.** Наибольшее выражение линейных размеров (r) этого вида получается при измерении от вершины усиков до конца брюшка.

Привожу данные r для ряда лет, так как в их величине наблюдаются некоторые колебания.

Таблица 4

Место сбора	Год	Пол	Число измер. экземп.	Средняя величина r в мм	Средняя ошибка ср. велич. в мм	σ
Окр. Киева, Наталка	1928	♂	319	2.489	±0.006	±0.114
	1928	♀	316	2.706	±0.008	±0.142
Казаровичи	1929	♂	289	2.685	±0.006	±0.113
	1929	♀	301	2.672	±0.005	±0.101
Наталка	1930	♂	302	2.709	±0.006	±0.105
	1930	♀	267	2.721	±0.005	±0.093
Наталка	1931	♂	195	2.663	±0.013	±0.190
	1931	♀	210	2.712	±0.008	±0.106

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

В среднем за все годы величина r для самцов и самок вместе равна 2.669, откуда

$$k_1 = 7.123.$$

3. **q.** Величина q у этого вида определялась, как и у предыдущего, путем подсчета яиц в яичниках самок в момент их созревания.

Исследованию подверглось 299 самок. Результаты таковы: среднее количество яиц в одной самке равно 143.42 ± 1.31 при σ, равной ± 22.73. Как видно из σ, количество яиц в самке может меняться в очень широких пределах, но вдвое меньше, чем у *Chorthippus albomarginatus*. Отбросив среднюю ошибку средней величины, примем

$$q = 143.42.$$

Проверить в природе эту цифру, хотя бы тем методом, как это сделано для *Chorthippus albomarginatus*, к сожалению не удалось, ввиду отсутствия данных о количестве откладываемых кубышек.

4. **g.** Этот вид также дает одно поколение в год:

$$g = 1.$$

Вычисленные на основании приведенных цифровых данных величины Δ_1 v_1 e_1 приобретают следующие значения:

$$\Delta = 0.01692,$$
$$v_1 = 13.21,$$
$$e_1 = 9.69.$$

Dociostaurus crucigerus brevicollis Ev.

Этот подвид распространен от Балканского полуострова и Венгрии до бывшей Томской губернии включительно. Экологически связан преимущественно с злаковыми степями ковыльного типа. Наш материал собран на Днепровской пойме, возле с. Казаровичи (см. 1-й вид), на лугах высокого уровня, с редким растительным покровом и на граничащих с ними выгонах с выбитой растительностью. Период сбора — с 8 VII по 3 VIII 1929 г.

1. **m.** Данные, относящиеся к m, собраны только для имаго.

Таблица 5

Пол	Число взвешенных экземпляров	Средний вес одного экземпляра m в г
Самцы	7180	0.094
Самки	2262	0.209

Среднее для обоих полов равно 0.121. Следовательно:

$$m_1 = 0.121.$$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

2. K_1. Наибольшие линейные размеры соответствуют длине от вершины усиков до колен или вершины брюшка.

Таблица 6

Пол	Число измеренных экземпляров	Средняя величина r в мм	Средняя ошибка средней величины в мм	σ
Самцы	297	2.33	±0.006	±0.109
Самки	299	2.57	±0.007	±0.132

Средняя для самцов и самок величина r равна 2.45 см. Откуда

$$K_1 = 6.002.$$

3. **q.** Среднее количество яиц в яичнике одной самки, определенное путем подсчета у 299 самок, равно 232.10 ± 412 при σ равной ± 61.10. Следовательно, примем

$$q = 232.10.$$

Сравнить эти данные с таковыми, полученными в природе, не удалось. Литературные источники говорят, что в кубышке содержится 9—15 штук яиц (2). Количество откладываемых кубышек неизвестно. Есть одно указание Мальцева (15), наблюдавшего четыре случая откладки по одной кубышке. Это происходило в экспериментальных условиях и повидимому не является характерным.

4. **g.** В год одно поколение:

$$g = 1$$

На основании приведенного материала:

$$\Delta = 0.01888,$$

$$v_1 = 14.70,$$

$$e_1 = 13.07.$$

Loxostege sticticalis L. (луговой мотылек)

Широко распространенный вид. Почти по всей Европе, степной Сибири, Средней Азии. Завезен и размножился в Северной Америке. Экологически связан со степями, но встречается и в лесо-степи.

Очень опасный вредитель сельскохозяйственных культур. Понятие о его количествах и вредоносности дают следующие цифры, приводимые Кулагиным (12): „В течение 8 дней гусеницы съели 12000 га травы, в 6 дней были объедены только что засаженный парк и молодой плодовый сад". В ряде районов на Украине в 1921 г. было съедено 60—100% свеклы.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Зарегистрирован случай (Мокржецкий)[1] движения гусениц колонной в 20 км ширины и толщины в 4.5 см, причем в длину границы этой колонны терялись в степи. В 1929 г. ручным сбором на плантациях сахарной свеклы было собрано около 200 вагонов гусеницы. Эти примеры дают понятие о тех огромных массах, в которых встречается луговой мотылек, и о величине совершаемой им геохимической работы.

Появляется луговой мотылек в таких количествах не ежегодно, а обычно в неправильные промежутки времени — через несколько лет. Некоторыми авторами были сделаны попытки установить правильную периодичность его появления, обусловленную какими-то внутренними, еще неизвестными нам, факторами. Другие сводят подъем и затухание волны на действие метеорологических факторов (чередование влажных и засушливых годов), деятельность паразитов и болезнетворных организмов. Но вероятно, кроме того, и здесь действуют также еще не изученные внутренние факторы.

1. **m.** Линдеманом приводятся данные среднего веса гусениц лугового мотылька по дням для первого поколения (13) и по возрастам для второго и третьего (14). Причем, подопытные гусеницы 1-го поколения воспитывались при комнатной температуре. 2-го и 3-го было несколько серий, каждая из которых воспитывалась при другой постоянной температуре (от 16 до 29°). Автор отмечает, что величина среднего веса от температуры не зависит и изменения его по возрастам происходят в геометрической прогрессии. Поэтому мы воспользуемся всеми его данными, которые возможно свести в следующую таблицу:

Таблица 7

Возраст	m 1-го поколения в г	m 2-го поколения в г	m 3-го поколения в г	m для 1-го, 2-го и 3-го поколения в г
I	—	0.00021	0.00019	
II	0.00012	0.00076	0.00084	
III	0.00074	0.00357	0.00421	
IV	0.00825	0.01699	0.01561	
V	0.03622	0.05654	0.05430	0.04902

Для нас имеет наибольшее значение максимальный средний вес (m_1), который для всех трех поколений приближенно равен:

$$m_1 = 0.049.$$

Для имаго значение m, к сожалению, не установлено.

[1] Цитируется по Кулагину (12).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

2. K_1. Максимальная длина гусениц в последнем возрасте по различным авторам бывает:

	2.0—2.5 см	Кулагин (12)
около	2.4	Знаменский[1]
до	3.0	Богданов-Катьков (1)
"	3.5	Бельский (3)
"	2.5	Инструкция ССУ Сахаротреста (9)

3. Для r мы возьмем среднее из этих значений, равное 2.65. Откуда для гусениц:

$$K_1 = 7.022.$$

Для имаго Стрельцов (17) приводит такую таблицу промеров в размахе крыльев, каковая линейная величина будет наибольшей для бабочек:

Таблица 8

Годы	Поколение	Число измеренных особей		Средние размеры в размахе крыльев в см		Средний размер самцов и самок в см
		Самки	Самцы	Самки	Самцы	
1929	2	88	100	2.35	2.36	2.35
1929	3	62	62	2.32	2.40	2.36
1930	2	43	43	2.12	2.12	2.12
1930	Залетн.	80	80	2.33	2.43	2.38

Среднее величин последней графы (r) равно 2.32. Откуда для имаго:

$$K_1 = 5.410.$$

k_8. Вычисление k_8 является наиболее трудной задачей. Я подхожу к этому вопросу путем учета количества пищи, съедаемой гусеницей в течение жизни и последующего его перечета на площадь.

Линдеманом (13) приводятся данные о количестве пищи, съедаемой гусеницей в течение жизни по дням и возрастам для каждого из трех поколений. Причем для 2-го и 3-го (14) выяснялось колебание этого количества в зависимости от температуры (несколько серий воспитывались при различной, но постоянной температуре — от 16 до 29°).

В 1-м поколении одной гусеницей в течение жизни при комнатной температуре съедено 0.586 г свекольной ботвы. Во 2-м поколении:

при 16.5°—0.611 г
" 21 —0.650 "
" 27 —0.648 "
" 28.5 —0.679 "

В среднем 0.647 г.

[1] По Кулагину (12).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

В 3-м поколении при температуре:

16° —0.548 г
23 —0.713 „
28.5—0.437 „

В среднем 0.566 г.

Из приведенных выше данных, а также из дальнейших указаний автора выясняется, что с повышением температуры прожорливость гусеницы обычно повышается. Так как температуры, при которых производились опыты, не выходят из пределов нормальных летних температур, мы вправе считать, что вычисленные нами средние величины для 2-го и 3-го поколений довольно близки к истине.

Таким образом, количество пищи, съедаемой гусеницей в течение жизни, в среднем для всех трех поколений равно 0.599 г.

По материалу, приводимому Линдеманом (14), 1 кв. см листовой пластинки сахарной свеклы весит 24.02 мг. Пользуясь этим, мы можем вес перевести на площадь, и тогда количество пищи, съеденное гусеницей в течение жизни, в среднем будет равно 24.96 кв. см.

Кораб и Залкинд (11) в своей работе приводят такие цифры среднего количества пищи, съедаемой гусеницей в течение жизни: при температуре от 17 до 23°—1664.037 ± 130.7 кв. мм. При температуре 25—26°—2226.85 ± ± 123.1 кв. мм. Т. е. максимальное количество пищи по этим авторам в среднем равняется 22.26 кв. см.

Разница в данных, полученных Линдеманом и Коробом, невелика и повидимому объясняется различием экспериментальных условий.

Для величины K_8 мы приближенно возьмем большее из этих чисел:

$$K_8 = 24.96.$$

Можно выдвинуть возражение, что число 24.96 кв. см. относится к листьям растений, которые, будучи расположены отчасти в вертикальном положении, дадут K_1 меньше своей листовой поверхности и таким образом на растении мы можем иметь гусениц больше, чем на площади, равной K_1 этого растения во столько раз, во сколько листовая поверхность больше K_1. Следовательно, при пересчете на земную поверхность K_8 гусениц должно быть соответственно уменьшено.

Мне кажется, что возражение это отпадает, если мы примем положение, что листовая ассимиляционная поверхность растения приблизительно равна его K_1 и может колебаться около этой величины лишь в очень узких пределах.

Ассимиляционная поверхность листьев служит для улавливания солнечных лучей, а так как на данную площадь их может упасть определенное количество, то, следовательно, листья должны быть расположены в один слой, не налагаясь друг на друга, т. е. занимать максимум площади, возможный в данных условиях. Увеличение листовой поверхности в случае если K_1 остается при этом неизменным, ведет к отмиранию другой части

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

листьев. Следовательно, не будет большой ошибкой, если мы примем указанную величину K_8 гусениц.

Материалов для вычисления K_8 бабочек, к сожалению, не имеется и добыть их представляет большую трудность, так как бабочки питаются нектаром цветов, т. е. пищей, трудно учитываемой. Можно предполагать, что K_1 ее будет значительно больше, чем гусениц.

4. q. Данные различных авторов дают такие цифры количества яиц, откладываемых одной самкой в течение жизни:

60—70	(Мокржецкий)
100	(Порчинский, Силантьев)
до 200	(Аверин)
100—250	(Добровлянский)
500—700	(Paddock для Америки)

Кораб (10) приводит такие данные:

Таблица 9

Поколение	Число наблюдавшихся самок	Среднее число яиц, отложенных 1 самкой
1	25	62
2	12	204
3	10	4

Последнее резкое падение яйцепродукции (4 яйца) — ненормально и объясняется патологическим воздействием микроорганизмов на бабочку.

Наши наблюдения над пятью самками дают такие результаты:

Таблица 10

Число яиц, отложенных 1 самкой	Число оставшихся в яичниках яиц	Всего яиц на одну самку
129	81	210
339	1	340
91	1	92
302	0	302
33	3	36

Малое количество яиц (36 и 92) в яичниках объясняется и здесь патологической деятельностью микроорганизмов.

Стрельцов (17) указывает, что максимальное количество яиц, обнаруженных им в самках в 1930 г., было 292.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Приведенный материал не дает возможности точно вычислить среднюю величину яйцепродукции, но приближенно величина q в природе, по-видимому, будет около 250 яиц:

$$q = 250.$$

g. Поколений бывает обычно 2—3, редко 4. Причем 3-е, в большинстве случаев, в малом количестве. Мы примем

$$g = 3.$$

Основываясь на приведенном материале, величины Δ, v, e, для гусениц будут равны:

$$\Delta = 0.05720$$
$$v_1 = 44.71$$
$$v_3 = 46.13$$
$$e_1 = 48.97$$
$$e_3 = 52.13.$$

Большие величины v и e указывают: v на то, с какой огромной скоростью этот вид может распространяться в пространстве, что и соответствует действительности по данным энтомологической практики, и e — на огромную геохимическую работу, совершаемую этим видом, которая выражается в его вредоносности, примеры которой нами приводились.

Таблица 11

Название вида	Величины				
	Δ	v_1	v_3	e_1	e_3
Chorth. albomarg.	0.01884	14.68	—	10.99	—
Chorth. parallelus	0.01692	13.21	—	9.69	—
Doc. crucig. brevic.	0.01888	14.70	—	13.07	—
Loxostege stictic.	0.05720	44.71	46.13	48.97	52.13

Величина e, будучи специфична для каждого вида, является наилучшим критерием, характеризующим его с количественной точки зрения. Таким образом, за ней утверждается не только геохимическое значение, а и систематическое, как наилучший способ выражения систематической единицы (вид) числом, — единым числом его геохимической энергии. Эта величина включает в себе все основные проявления организма (его массу, размеры, метаболизм и размножение), как одного из факторов природы, ее движущего начала в противовес его определению качественному, статическому, как факта природы, что принято до сих пор в систематике.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов-Катьков Н. Н. Краткий учебник теоретической и прикладной энтомологии. Госиздат, 1931.
2. Бей-Биенко Г. Я. Руководство по учету саранчевых. Изд. УСУ ОБВ, Ленинград, 1932.
3. Бельский Б. И. Луговой мотылек. Как уберечь свеклу от его гусеницы. Изд. УНИС, Киев, 1931.
4. Вернадский В. И. Наставления для определения геохимических постоянных. 1, 2, Ленинград, 1926, изд. Акад. Наук.
5. Вернадский В. И. О размножении организмов и его значении в механизме биосферы. 1, 2. Изв. Ак. Наук, СССР, 1926.
6. Vernadskij V. Études Biogéochimiques. I. Bull. de l'Acad. des Sci. de l'URSS, 1926, II, 1927.
7. Вернадский В. И. Биосфера. Ленинград, 1926. Научно-химико-техническое изд.
8. Зверезомб-Зубовский Е. В. Насекомые, вредящие сахарной свекле. Изд. Сахаротреста, Киев, 1928.
9. Инструкция по борьбе с луговым мотыльком. Изд. ССУ Сахаротреста, Киев.
10. Кораб И. И. Из наблюдений над луговым мотыльком в 1929 г. Сборник „Луговой мотылек в 1929—30 гг." Кн. 1, изд. УНИС Союзсахар. Киев, 1931 г.
11. Кораб И. И. и Залкинд М. Д. К вопросу о вредоносности лугового мотылька для растений сахарной свеклы. Сборник „Луговой мотылек в 1929—30 гг.". Кн. 2, изд. УНИС, Киев, 1932.
12. Кулагин Н. М. Вредные насекомые и меры борьбы с ними. Госиздат, 1927.
13. Линдеман И. В. Опыт учета веса и прожорливости важнейших вредителей сахарной свеклы. Бюлл. ССУ Сахаротреста, № 7, 1923. Изд. Сахаротреста, Киев.
14. Линдеман И. В. Закономерность зависимости прожорливости гусениц от возраста и температуры. Напечат. там же, где и предыдущая.
15. Мальцев М. В. О количестве кубышек у самок некоторых видов саранчевых. Защита растений от вредителей, т. II, № 6, 1925.
16. Неграш К. А. О кладке яиц луговым мотыльком в 1929 г. Сб. „Луговой мотылек в 1929—30 гг." Кн. 1. Изд. УНИС Союзсахар, Киев, 1931.
17. Стельцов И. И. Материалы по биологии лугового мотылька. Сб. „Луговой мотылек в 1929—30 гг." Кн. 2. Изд. УНИС, Киев, 1932.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР · III
TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS · III

И. А. ТИТОВ

ДАННЫЕ О НАИМЕНЬШИХ КОЛИЧЕСТВАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В ВОДЕ СФАГНОВЫХ БОЛОТ

В пределах каждой эволюционирующей болотной системы происходит, по мере накопления торфяной массы, непрерывное затухание количественного участия зольно-пищевого фактора в биологических процессах. Наконец, после длительной жизнедеятельности сфагнового покрова наступают фазы полной голодной блокады растительного покрова центральных областей болота, фазы критического оскудения среды элементами зольного и азотного питания растений. Это исчерпание всасываемых растениями элементов зольной и азотной пищи достигает таких степеней, что вода, насыщающая сфагновую дернину, вода, скопляющаяся в мочежинах, и озерах на сфагновых болотах, приближается по содержанию в ней минеральных веществ к воде дистиллированной.

Привожу некоторые данные по этому вопросу.

I. Небольшое озеро в северной части болота „Петровско-Оршинский мох", близ г. Калинина.

Активная кислотность озерной воды, $pH = 5.2 - 5.4$.

Электропроводность, $K_{18} = 0.086 \cdot 10^{-4}$.

Повышение активной кислотности воды вызывает увеличение удельной электропроводности вследствие высокой подвижности Н-ионов. Поэтому электропроводность воды после приведения к нейтральной реакции равна $0.074 \cdot 10^{-4}$.

Количество солей в воде можно приблизительно учесть по коэффициенту Кольрауша, по которому каждая $0.1\,K_{18}$ при коэффициенте 10^{-4} равна 0.75 мг солей на 1 л.

При данной электропроводности количество солей в воде оказывается равным 5.5 мг на 1 л.

Прямые определения катионов и анионов в воде этого озера дали около 4 мг солей на 1 л.

II. Мочежины в южной части сфагнового болота „Петровско-Оршинский мох".

Активная кислотность воды, $pH = 4.5$.

Электропроводность, $K_{18} = 0.122 \cdot 10^{-4}$.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

III. Мочежины (и мелкие озера) в центральной области сфагнового болота в Раменском лесничестве (д. Мироновo), Московск. обл., Ленинск. района.

Активная кислотность воды, pH = 4.49.

Электропроводность, $K_{18} = 0.150 \cdot 10^{-4}$.

После приведения к нейтральной реакции — $K_{18} = 0.076 \cdot 10^{-4}$.

Данные анализа сухого остатка после прокаливания:

CaO	1.11	мг 1 л
MgO	0.40	„ 1 „
Fe_2O_3	0.09	„ 1 „
P_2O_5	0.19	„ 1 „
SO_4	1.10	„ 1 „
HCO_3	1.20	„ 1 „
Аммиачный азот	0.012	„ 1 „

Нитратов нет.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР · III
TRAVAUX DU LABORATOIRE BIOGÉOCHIMIQUE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS · III

А. П. ВИНОГРАДОВ

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЗМОВ МОРЯ

Часть I

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I

Предисловие

I. Введение
II. Химический элементарный состав морских водорослей
III. „ „ „ морского планктона
IV. „ „ „ морских бактерий
V. „ „ „ цветковых растений моря
VI. „ „ „ *Protozoa*
VII. „ „ „ *Porifera*
VIII. „ „ „ *Coelenterata*

Часть II

IX. Химический элементарный состав *Bryozoa*
X. „ „ „ *Brachyopoda*
XI. „ „ „ *Vermes*
XII. „ „ „ *Mollusca*
XIII. „ „ „ *Echinodermata*
XIV. „ „ „ *Crustaceae*
XV. Гемоглобин и гемоцианин и др. пигменты, содержащие металлы
XVI. Кальцит, арагонит и другие минеральные части скелетов
XVII. Химический элементарный состав *Tunicata*
XVIII. „ „ „ *Vertebrata*
XIX. Выводы и заключение
Список организмов
Библиография

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

Предисловие 67

I. Введение 69

1. История накопления аналитических данных . . . . . . —
2. Характер аналитического материала 80
3. Химический элементарный состав живого вещества 83
4. Химический состав морской воды 85

II. Химический элементарный состав морских водорослей 87

1. Общие замечания . . . . . . —
2. Содержание воды в различных видах *Phaeophyceae*, *Rhodophyceae* и *Chlorophyceae* 92
3. Содержание золы (остатка от прокаливания) в морских водорослях . 94
4. Содержание C, H и N в водорослях 99
5. *Phaeophyceae*. Содержание Na, K, Ca, Mg, P, Cl и S 106
6. „ „ Na и K 114
7. „ „ Ca и Mg 119
8. „ „ S, Cl и P 120
9. „ Сезонные изменения в содержании Na, K, Ca, Mg, P, S и Cl 123
10. *Rhodophyceae*. Содержание K, Na, Ca, Mg, P, S и Cl . . . . . . —
11. *Corallinaceae* „ „ „ „ „ „ „ „ 135
12. *Chlorophyceae* „ „ „ „ „ „ „ 139
13. Иод в водорослях 145
14. Иод в *Phaeophyceae* 150
15. Иод в *Rhodophyceae* 173
16. Иод в *Chlorophyceae* 184
17. Бром в водорослях . . . . . . —
18. Мышьяк в водорослях 188
19. Кремний и алюминий в *Phaeophyceae*, *Rhodophyceae* и *Chlorophyceae* 190
20. Марганец в водорослях 192
21. Железо в водорослях 194
22. Содержание других элементов в водорослях (Cu, Zn, Ti, Pb, Mo, Co, Ni, Sn, Ag, Au, V, B, Bi, Sb, W, Ga, Ge, Be, Rb, Cs, Li, Sr, Ba, Tl, F и радиоактивных элементов) 196
23. Содержание газов в водорослях 201

III. Химический элементарный состав морского планктона 202

1. Общие замечания . . . . . . —
2. Химический состав *Cyanophyceae* 207

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

3. *Flagellatae* 211
4. *Peridineae* 213
5. *Diatomeae* 214

IV. Химический элементарный состав морских бактерий 220

V. „ „ „ „ цветковых растений моря 221

VI. *Protozoa*. 224
1. *Foraminifera* 226
2. *Xenophyophorae* 232
3. *Radiolariae* 233
4. *Heliozoa, Infusoria* и другие *Protozoa* 235
5. Содержание других химических элементов в *Protozoa* . . . . —

VII. Химический элементарный состав *Poriferae* 236
1. Общие замечания . . . . —
2. Содержание воды, золы, углерода и азота в губках 237
3. *Cornacuspongidae* 238
4. *Tetraxonidae* и *Hexactinellidae* 241
5. О состоянии SiO_2 в губках и о кремниевом обмене в море 243
6. *Calcareae*. 247
7. Тяжелые металлы и металлоиды в губках [Fe, Mn, Cu, Zn, (Al), J, Br, As, Ge, B] 248

VIII. *Coelenteratae* 253
1. Общие замечания . . . . —
2. Содержание воды, N, C в *Coelenterata* и химический состав их бесскелетных форм . . . . —
3. *Hydrocorallinae* 258
4. *Hexocoralliae* 260
5. *Octocoralliae* 265
6. Содержание тяжелых и других металлов в *Coelenteratae* 269
7. Металлоиды в *Coelenteratae* 275
8. *Ctenophorae*. 278

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящей работе мы стремились показать те научные возможности, которые открываются в смысле разрешения некоторых общебиологических проблем при более близком рассмотрении химического элементарного состава современных организмов с геохимической точки зрения. Поэтому с особенным вниманием мы будем относиться к голосу критики зоологов, ботаников, в частности морфологов и систематиков. Геохимик найдет у нас, вероятно, немало сведений, полезных для его работы. Геохимия ставит своей задачей изучение распространения, сочетания и миграции химических элементов в земной коре. Поэтому естественно, что здесь мы касаемся только химического элементарного состава организмов, сознательно оставляя в стороне все, что касается химического молекулярного состава организмов (белки, аминокислоты, полисахара и т. д.), сравнительное изучение которых охвачено в известной мере всей современной биохимией. Мы остановились на организмах моря потому, что их химический элементарный состав изучен лучше других групп организмов. Свою работу мы разбили на три части, предпослав им краткое введение. В первой части рассматривается химический элементарный состав водорослей, морских цветковых растений, дрожжей, бактерий; во второй — химический состав морских беспозвоночных и в третьей — позвоночных и общие выводы и заключение.

Более ранние видовые названия организмов приведены строго по оригинальным работам и только там, где это бесспорно, рядом приводится и более современное название (синоним).

В ссылках приводится имя автора. Подробная библиография будет дана в конце работы.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

I. ВВЕДЕНИЕ

1. История накопления аналитических данных

История изучения химического элементарного состава организмов не может быть изложена изолированно от истории развития естественных наук. Сведения, относящиеся к химическому элементарному составу организмов или их частей — органов, тканей и т. п. в том или ином виде разбросаны в разнообразных научных журналах и книгах. Какого-либо цельного учения о химическом элементарном составе не существовало; интерес к нему в различной степени проявлялся из разных областей знания и поэтому не было какого-либо определенного научного центра, где этот вопрос систематически освещался бы из года в год. Некоторые из научных реферативных периодических журналов, среди других рефератов, помещали заметки, касающиеся и рассматриваемого нами вопроса.[1] Накопление данных шло независимо в разных областях знания. Изучение химического элементарного состава организмов самостоятельного значения однако до сих пор не получило, хотя, как мы увидим дальше, эти вопросы не были чужды ранним исследователям XIX века.

Мы вынуждены сейчас сделать некоторые исторические замечания, касающиеся развития знания о химическом элементарном составе всех организмов вообще, поскольку до сих пор история этого вопроса нигде не изложена. Это совершенно не значит, что нами здесь сколько-нибудь полно она будет исчерпана. Мы ограничимся самыми главными сведениями, напоминание о которых поможет многое понять в последующем изложении.

В истории занимающего нас вопроса много еще невыясненных мест; о многом приходится догадываться и несомненно еще больше будет выяснено в будущих изысканиях по истории химии.

Переходя к краткому изложению истории, мы должны помнить, что приводимые ниже, подчас отрывочные сведения, были извлечены из разнородных трактатов конца XVIII и начала XIX в., а затем из более поздних и современных работ физиологов, химиков, геологов и т. д.

[1] С 1822 г. Jahresberichte über d. Fortschritte der physischen Wissenschaften, d. Chemie u. Mineralogie v. Berzelius, а с 1847 по 1910 г. Jahresberichte über d. Fortschritte d. Chemie u. verwandter Teile anderer Wissenschaften, begründet von Liebig und Kopp. Позже издаются Chemisches Centralblatt, Chemical Abstracts и Biological abstracts и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

В накоплении данных по химическому элементарному составу организмов (в течение, главным образом, последних 150 лет) можно различить несколько этапов. Первый — от древних времен до Lavoisier, т. е. почти до самого конца XVIII в.; второй — далее, до конца XIX в., который в свою очередь может быть расчленен на ряд отдельных направлений в работе и, наконец, третий этап — это последние 30—40 лет, т. е. уже результаты, полученные в наше время. Первый этап не представляет для нас непосредственного интереса, хотя и нельзя скрыть того, что ряд сложившихся здесь представлений о химическом составе организмов удержался не только в течение всего XIX в., но дожил и до нас. Для этого периода времени труднее, чем для какого-либо другого изложить интересующую нас сторону знания. Известный фактический материал теснейшим образом переплетался в то время с философским и другими построениями. Будущий историк подробно разберется во всей этой сложной картине, слагавшейся веками.

В древние времена знание накапливалось в результате многовекового практического опыта культурных народов того времени. Было известно, напр., египтянам, грекам, народам арабской цивилизации, а затем и др.,[1] что растения содержат золу, употреблявшуюся ими для удобрения полей, из которой затем получался поташ — так наз. alcali vegetabile, шедший на мыло. Нечто подобное получалось жителями берегов Средиземного моря из солянок и водорослей так наз. барилла, содержащая, как можно догадаться, главным образом соду (или alcali minerale) и поташ. Уже алхимики, напр., псевдо-Geber (X век) считал поташ составной частью растений (то же в XV в. псевдо-Basilius Valentinus). Libavius (1579) получал поташ не только из растений, но и из частей животных. Вероятно и многие другие алхимики делали это раньше Libavius.[2]

Для удобрения полей употреблялись в древности и кости животных. Было известно о нахождении в ней terra calcarea. Первые сведения о нахождении извести в организмах теряются в глубокой древности.[3]

В XV—XVII в. к этим знаниям прибавились открытия, произведенные алхимиками и несколько позже флогистиками. Brandt в 1669 г. открыл в моче новый элемент P, который позже Gahn (1769) и Scheele (1771) был извлечен из золы костей. Geoffroy (1705), Lemery (1706) доказали нахождение железа в животных, о нахождении же Fe в растениях было известно значительно раньше.[4] В 1789 Abildgaard находит SiO_2 в губках, в растениях же она безусловно была известна раньше, хотя известны лишь анализы табашира, принадлежащие Macie и Cavendish и др.,[5] относя-

[1] С тех пор, как известно стало пользование огнем, человек узнал, что растения и др. при сжигании оставляют золу.

[2] Напр. псевдо-Geber получал поташ из дрожжей; щелочи из организмов — Alaus Borrich, 1674 (жабы, лягушки) и мн. др.

[3] См. у Диоскорида (I век) о получении извести из раковин моллюсков и др.

[4] См. Lemery, 1702 — о содержании Fe в растениях.

[5] См. Russel, De la Mathérie 1790 г. Cavendish определял уд. вес SiO_2 из табашира.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

щиеся к 1790—92 гг. Priestley (1771) открыл O_2 и почти одновременно показывает его выделение растениями на свету (1772). В 1774 г. Scheele находит Mn в растениях, а в 1808 Vauquelin указывает его в животных.

В это же время ряд химиков — Proust, Klaproth, Gay-Lussac, Berzelius, Morichini и др. находят в костях F, а в 1793 г. появляется Florae Fribergensis specimen A. Humboldt, где автор по существу дает первую полную сводку того, что было известно к тому времени о химическом элементарном составе организмов. Он называет 13 химических тел,[1] постоянно встречающихся в организмах. Humboldt вероятно непосредственно и сам сделал ряд определений SiO_2, K, Ca, в растениях.[2]

На пороге XIX в., к концу флогистического периода в химии, мы встречаемся уже с хорошо известными нам крупными и гениальными химиками, в работах которых исследование элементарного состава организмов занимало, как выясняется, то или иное место. Современной дифференциации знания еще не существовало. Химик был прежде всего естествоиспытатель и его интересы были разнообразнее. Мы уже назвали выше Priestley, Humboldt, Vauquelin — укажем, что исследование химического элементарного состава организмов мы находим и у Klaproth, Berzelius, Davy, Gay-Lussac, Fourcroy, Volta, Wollaston, Bergmann, Berthollet, и мн. др.[3]

Как бы итогом всех наблюдений, произведенных до начала XIX в., является опубликование Chemische Tabellen John'ом, появившиеся в 1814 г. В них приводятся многочисленные аналитические данные для растений и животных и их органов. Азот, сера, фосфор, сода, поташ, кремний, магнезия, известь, железо (кислород, водород, углерод) — вот перечень тел, с которыми главным образом встречается исследователь в этой области к началу нового века. Кроме того встречаются сведения, идущие с разных сторон о нахождении в растениях тяжелых металлов, Cu и др. (см. Hjärne), но к ним следует относиться критически (см. Sarzeau). Известны были Mn и F.

К этому времени в науке совершается огромный переворот: Lavoisier начинает в химии новый путь точного количественного изучения химических явлений. За короткий срок наука обогащается многочисленными открытиями. За 20 лет было открыто около двадцати новых химических элементов, т. е. примерно еще столько же, сколько их было известно к концу XIX в. В 1812 г. Courtois открывает иод в морских водорослях — новый химический элемент, а через 13 лет Balard там же находит другой также

1 Различные окислы (terra), соли и т. п., отвечающие следующим современным химическим элементам: O, H, N, C, S, P, Na, K, Si, Al, Mg, Fe, terra ponderosa (Scheele) (Ba), terra richteriana (Sr?).

2 См. стр. 174 и др. Florae.

3 См. Rouelle, Proust, Rückert и др. О работах Lavoisier по анализу организмов, их тканей и т. п. изложено учеником Lavoisier — Seguin'ом. В 1796 (изд. 1804) Снядецкий (J. Sniadecki) в Teorya jestestw organicznych приводит список химических элементов найденных в организмах: N, H, O, C, S, P, K, Na, Ca, Mg. См. подробнее о Снядецком у В. И. Вернадского. 1934.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

новый химический элемент — бром. Одновременно усиливается течение, признающее, что для питания растений необходимы не только органические вещества, но и элементы, находимые в золе растений (см. Saussure), на чем много раньше настаивали некоторые алхимики и флогистики. Но вместе с тем долго еще продолжается спор о происхождении калия (поташа) в растениях. Получается ли поташ только после сжигания растений или он в растениях предсуществует.[1] Подобный вопрос возникал в отношении и других химических элементов, находимых в организмах. Лишь позже, с проникновением в химию взглядов и учения Lavoisier эти вопросы теряют всякий смысл.

С каждым годом ширится интерес к солевому питанию растений. Помимо K, а затем P, стоявших давно в центре внимания исследователей-агрохимиков, — в орбиту систематических опытов входят и многие другие химические элементы.

Разносторонний исследователь и философ G. Th. Fechner в своем труде Resultate der bis jetzt unternommenen Pflanzenanalysen в 1829 г. приводит известные ему сведения о нахождении в растениях иода, брома, алюминия и всех других ранее известных химических элементов. На значение так называемых зольных элементов и особенно химических элементов, находящихся в малых количествах, для растений указывается впервые C. Sprengel в 1831 г. и с особенной силой выдвигается в 40-х годах Либихом. Им также подчеркивается физиологическая роль тех химических элементов и веществ, которые находятся в минимуме. С этого времени анализы растений, их частей и т. п. становятся обязательным звеном в исследовательской и опытной работе агрохимиков. В Германии, Америке и других странах в 50-х годах прошлого столетия организуются первые опытные станции и лаборатории. Их аналитические результаты появляются в ряде периодических журналов и в других изданиях. Постепенно создается огромный аналитический материал, который в 1871 — 1880 гг., сводится в виде подробного перечня анализов Wolff в 2 томах. На фоне этих работ выясняются некоторые принципиальные вопросы химического состава организмов. Становится несомненным, во-первых, что растения по своему составу отличаются от той среды, в которой они развиваются и, во-вторых, что по своему составу растения различаются между собою. Интересно, что Либих сам произвел анализ *Lemna trisulca* и воды пруда, где она обитала. Мало того, в это время Bezold (1857),[2] близкий школе Либиха, и почти одновременно с ним ботаник Rochleder (1854) впервые в науке ставят вопрос о связи химического состава организмов с их систематическим положением.[3] С этой целью Bezold про-

[1] См. у John, Senebier, Palissy (1563) и др.

[2] Bezold, ученик Scherer'a.

[3] В настоящее время имеются многочисленные попытки подойти к вопросам классификации организмов на основе изучения распределения различных молекулярных соеди-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

делывает анализы разных животных, которые по своей полноте и посейчас являются почти единственными. Однако мы должны оговориться. Идеи о связи химического элементарного состава организмов с их положением в эволюционной системе (с их морфологией), повидимому, приходили тогда многим в голову. Замечательные мысли по этому поводу мы находим у John[1] в его книге 1819 г., где на стр. 69 в примечании он говорит:

Diese merkwürdige Entdeckung veranlasste mich, einen Aufsatz aufzuarbeiten, um zu zeigen, dass man vermögend sey, in einer grossen Anzahl von Pflanzen die charakteristischen und vorwaltenden Bestandtheile nach dem äussern Habitus zu bestimmen; ja, andere Versuche brachten mich selbst auf den Gedanken, dass es möglich sey, eine Art, freilich sehr einzuschränkenden, chemischen Pflanzensystems zu entwerfen.

К непрерывно текущим анализам растений в конце XIX в., под влиянием учения Либиха, Грандо, работам Wiegmann и Polstorf и др., присоединяются многообразные исследования так называемых стимулирующих каталитических и т. п. влияний, оказываемых присутствием следов реже встречаемых химических элементов на растения. Эти исследования с подобными же исследованиями на животных составляют вместе обширную научную литературу, включающую и данные по нахождению указанных выше элементов в этих организмах.

Параллельно с изучением химического состава растений, в прошлом веке протекало изучение химического состава животных, которое шло по двум главным направлениям, а именно: одно по пути интересов геологических и минералогических наук, а другое по пути наук биологических. Минеролог интересовался лишь составом скелетных частей, поскольку давно было известно об участии организмов в породообразовании.[2] Интерес второго направления был связан, главным образом, с изучением органических соединений, находящихся в органах и тканях организмов. Новая, развивающаяся, органическая химия оказывает здесь глубокое влияние.

Скелеты *invertebrata*, напр., раковины моллюсков, как было уже известно в древние века, состояли, главным образом, из $CaCO_3$.

Кости *vertebrata* (также и скелетные части *Crustaceae*) содержали фосфаты (см. лит. у v. Bibra) и, как скоро выяснилось, могли участвовать в образовании фосфоритов. Внимание к этой области вопросов в 50-х годах возбуждается работами Forchhammer. Им был найден, впервые в морских организмах, целый ряд реже встречаемых химических элементов.[3] Его работы, по идее, опережают свой век. В это время возникает вопрос об

нений, встречающихся в организмах. Мы, как уже говорилось выше, на этом здесь не останавливаемся.

1 Аналогичные взгляды находим у еще более ранних натурфилософов — напр. Rouelle, Diderot — начало XVIII в. В. И. Вернадский обратил наше внимание на учение о различном составе природных тел (и организмов) R. Grossteste — 1175—1253 гг.

2 См. по этому поводу у древних авторов, напр., Геродот, V в. до н. э. и др.

3 Ba, B, Pb, Zn, а также Sr и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

органогенном образовании не только известняков, но и доломитов, состоящих, как известно, из $CaCO_3 + MgCO_3$. В скелетах некоторых морских организмов вскоре находят значительные количества $MgCO_3$ и тем самым надолго привлекается внимание ученых к изучению моря и морских организмов. В 1906 г. Bütschli дает критическую сводку полученных к этому времени результатов по химическому сотааву скелетов *invertebrata*.

Гораздо сложнее были пути исследования, относимые нами к биологическому направлению. В действительности эти работы велись людьми самого различного образования и специальностей — то были гигиенисты, аптекари, врачи, биологи, химики, агрономы, зоологи, ботаники и т. д. В отличие от агрохимических и геоминералогических работ, эти исследования, проводимые также в разных странах, были, однако, еще более разобщены. Результаты исследования некоторых ученых подолгу не были известны в широких научных кругах. В силу этого обстоятельства наблюдалось, что отдельные научные открытия излагались несколько раз. Другой характерной чертой этих работ было отсутствие до начала XIX века сколько-нибудь полного освещения материала. Правда, в учебниках физиологии, а потом и физиологической химии и в других подобных книгах, имелись специальные главы, посвященные химическому составу животных (напр. C. Schmidt, 1845, Schlossberger, 1854, и др.).

За очень небольшим исключением, они однако приводили данные, относящиеся к молекулярным соединениям — белки, жиры, углеводы и зола. Курьезно, что необходимость для животных минеральных солей была окончательно признана лишь в 80-х гг. XIX в. после опытов Forster и Лунина.

В соответствии с учением об единой протоплазме, с конца первой четверти прошлого века господствовало представление, что животные организмы и их ткани состоят из C, N, H, O, P, S и некоторых других немногих элементов, находимых обычно в золе — K, Ca, Mg, Fe.

В то время, как изучение органического обмена (N, а также, отчасти, P и S) у животных и человека постепенно достигает к 60—80-ым гг. большого размаха, и когда параллельно органическая химия делает исключительные успехи в изучении строения белков, жиров и т. д., собственно минеральный обмен остается несколько в стороне.

Необходимых для этого аналитических данных, относящихся к животным еще мало; в них чувствуется известный недостаток. Время от времени он восполняется появляющимися исследованиями по сравнительному изучению химического состава скелетов низших животных, а также чешуи рыб, панцырей черепахи, костей позвоночных и т. п., затем изучение крови низших и высших животных; наконец, органов и целых организмов — как, напр., зародышей млекопитающих, человека. Вместе с тем выявляется и интерес к обмену отдельных химических элементов — напр., Ca (Voit E., и др.), Fe и Na (Bunge и др.) и т. д. Таким путем накапливается огромный материал по содержанию не только N, P, в организмах, но и Ca, Na, Fe и др. В те-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

чение короткого времени появившиеся курсы по физиологической химии животных Gorup-Besanez, Krukenberg, Griffiths, а также в книгах Quinton и Fürth содержатся новые, уже более многочисленные данные. Те из них, которые относятся, главным образом, к отдельным частям организмов или их органам, животным продуктам и т. п. еще более полно сводятся с 1903 г. König в его Chemie d. Nahrung- u. Genussmittel.

Господствовавшее в течение века среди биологов и медиков, как мы только что сказали, представление, отчасти сохранившееся и теперь, о том, что в состав организмов входит определенное и ограниченное число химических элементов (Errera назвал их биогенными), невольно отвлекало внимание от реже встречаемых в животных в малых количествах химических элементов. Их считали обычно случайными и даже вредными загрязнениями („псевдонормальными", „факультативными"). С этой точки зрения становится понятным, почему находки, сделанные в самом начале прошлого века, получают признание лишь теперь. Весьма показательна история с открытием меди, иода и др. Специальные комиссии Парижской Академии наук должны были признать правильность указаний Sarzeau о нахождении Cu в организмах и исследования Chatin о широком распространении иода в организмах. Но, между тем, о Cu и J, их физиологическом значении было забыто, в известной мере, до наших дней, когда снова возник живой интерес к обмену этих элементов у животных.[1] Аналогичную историю пережило открытие As и других элементов. К концу XIX в. стало известно, помимо обычных элементов, нахождение в животных организмах B, Br, J, As, F, Cu и некоторых других в малых количествах (см. табл. 1).

Исключительно благоприятная почва для дальнейшего развития этих исследований создается за последние годы — на современном этапе истории. Baumman в 1896 г. открывает J в гормоне щитовидной железы; Bertrand в 1896 г. находит Mn в ферменте лакказе; Gautier 1886 г. доказывает присутствие Mg в хлорофилле; ряд окислительных ферментов содержит Fe, и т. д. Наряду со все возрастающим значением присутствия в организмах малых количеств различных веществ — ферментов, гормонов, витаминов и т. п., растет интерес к распределению в тканях организмов „следов" различных химических элементов. Тяжелые металлы в этом отношении оказались более других изученными. Из табл. 1 видно, какой исключительный подъем этого рода исследований достигается за последние годы.

Успех этих исследований образовался в результате привлечения в биохимию наиболее тонких и совершенных современных физико-хими-

[1] Известны работы специальных государственных комиссий, исследовавших содержание и других элементов в растительных и в животных продуктах — напр. по As—Royal Commission on Arsenical Poisoning (Англия) и такая же в Швеции: по B, J и т. д. Об Al. см. у Smith E. E. — Report of Referee Board of Consulting Scientific Experts, created by Executive order of president Roosevelt in 1908.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 1

Даты открытия химических элементов в природе, в растениях и животных

Название химического элемента	Автор и дата открытия в неорганической природе	Автор и дата открытия в растительных организмах	Автор и дата открытия в животных организмах
C		В организмах известны были (в виде окисей, в солях) с древних времен	
S[5]			
Na*	Davy, 1807		
K*	„ 1807		
Ca*	„ 1808		
Mg*	„ 1808		
P	Brandt, 1669	B. Albinus, 1688	Brandt, 1669
Cl	Scheele, 1774	(см. Na)	
Fe	[**]	[1]	Geoffroy,[2] 1705
O	Priestley, 1771	Priestley, 1772	
H	Cavendish, 1766		
N	Rutherford, 1772		
Si*	[**]	[3]	Abildgaard, 1789
F*	Moissan, 1887		Morichini, 1803
J	Courtois, 1812	Courtois, 1812	Fyfe, 1819
Mn	Scheele, 1774	Scheele, 1772	Vauquelin, 1808
Cu	[**]	John,[4] 1814	„ 1808
Sr*	Davy, 1808	Forchhammer, 1859	Moretti, 1813
Ba*	„ 1808	Scheele, 1788	Forchhammer 1859
Al*	[**]	Soussure? 1804[6]	
Br	Balard, 1826	Balard, 1826	Hermbstädt, 1827
Pb	[**]	[7]	

* Первоначально были известны в виде окислов, солей и т. п.

** Известны с древних времен.

[1] См. Lemery, 1699.

[2] См. Lemery, 1706. Еще более ранние указания о нахождении Fe в организмах — см. у Celsus, Plinius.

[3] О содержании SiO_2 в золе растений было известно по крайней мере еще в XVII в.

[4] Указания на возможность содержания меди в растениях появились раньше. См. Hjärne, и у других флогистиков. Однако в их опытах не исключено попадание Cu из химической посуды. John первый показал, что растения извлекают медь из почв.

[5] Cadet (1769), повидимому, один из первых экспериментально нашел и доказал S в организмах. Систематически определял S в организмах затем Proust (с 1799 г.).

[6] Повидимому Al_2O_3 в растениях был известен ранее.

[7] См. Henkel о свинце в полыни (1750 г.). Сомнительно.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название химического элемента	Автор и дата открытия в неорганической природе	Автор и дата открытия в растительных организмах	Автор и дата открытия в животных организмах
Ti*	Gregor, 1791	Aderholdt, 1852	Rees, 1834
As	Albertus Magnus, 1260	Orfila, 1838	Orfila,[8] 1838
Ag	[**]	Malaguti, Durocher, Sarzeaud, 1850	Malaguti, Durocher Sarzeaud, 1850
Tl	Crookes, 1861	Boettger, 1864	
Rb	Bunsen, 1861	Bunsen, 1862	Sonstadt,[9] 1870
Cs	Bunsen, 1861	Lippmann 1888	„ 1870
Be	Wöhler u. Bussy, 1828	Sestini[10]	
Zn	Paracelsus, 1520	Forchhammer, 1865	Lechartier et Bellamy, 1877
La	Mosander, 1839	Cossa, 1880	Schiaparelli u. Peroni, 1879
Ce*	Berzelius, 1864	Cossa, 1880	„ „ 1879
Di[11]	Mosander, 1842	Cossa, 1880	„ „ 1879
B	Gay-Lussac, 1808	Wittstein u. Apoiger, 1857	Jay 1896
Au	[**]	Liversidge, 1897[12]	Liversidge, 1897
Ar	Rayleigh a. Ramsay, 1895	Tolomei, 1897	Schloesing, 1897
Li	Arfverdson, 1817	Bunsen u. Kirchhoff, 1861	Folwarczny, 1861
Sm	Lecoq de Boisbaudran, 1879		Crookes, 1908
Y*	Gadolin, 1794		Crookes 1908
Rn	Dorn, 1900	Stoklasa, 1920	Tamassina, 1904
Ra	M. et P. Curie, 1898	„ 1920	„ 1904
V*	Rio, 1803	Bödeker? 1855	Henze, 1911

[8] Вероятно As найден был раньше — см. напр. Courbe 1834 и т. д.

[9] Указания сомнительны. Безусловно доказано нахождение Rb в животных Ramage (1929). Tretta Mosca Cs нашел в растениях (1913). Новые данные см. Бурксер.

[10] В растениях с почв, содержащих Be. См. Cornec Be в водорослях; W. R. Fearon нашел Be в ряде растений (1933 г.).

[11] Дидим = Praseodym + Neodym, были разделены A. V. Welsbach (1885).

[12] Au указывалось ранее флогистиками и др. Strömm (См. Hjärne) S. v. Levenheim, Tollius, Henull, Hain, Sage, — что оказалось ошибочным. Данные о Au в организмах как Liversidge, так и более поздних авторов (см. стр. 23 наст. „Трудов") сомнительны — исключая данные Haber (1932).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название химического элемента	Автор и дата открытия в неорганической природе	Автор и дата открытия в растительных организмах	Автор и дата открытия в животных организмах
W*	Scheele, 1781	Cornec, 1919	
Ga	Lecoq de Boisbaudran, 1875	„ 1919	Zbinden, 1930
Ni	Cronstedt, 1751	[24]	В. Вернадский, 1922
Sn	[**]	Forchhammer,[14] 1855	Misk,[15] 1923
Sc	Nilson, 1879	Lippmann, 1925	
Co	Brandt, 1733	Legrip, 1841	Bertrand, 1922
Hg	[**]	Stock, 1926[16]	Stock, 1926
Mo*	Scheele, 1778	Demarçay, 1900	Mankin, 1928
U*	Klaproth, 1789	Stoklasa,[17] 1932	Bishop,[18] 1928
Ge	Clemens Winkler, 1886	Cornec, 1919	Dutoit et Zbinden, 1929
Sb	Basilius Valentinus, 1787	„ 1919	Chapman,[16] 1930
Cr	Vauquelin, 1787	Demarçay, 1900	Zbinden, 1930
Bi	Agricola, 1529	Cornec, 1919	Okajima, 1931
Th	Berzelius, 1829	[20]	[20]
Cd	Hermann u. Stromeyer, 1817	[21]	Fox u. Ramage, 1931
Nb*	Rose, 1844		Newell u. Mc. Collum,[22] 1931
Se	Berzelius, 1817	Taboury, 1932	[23]

[14] Указано Henkel 1750 в Ginista (см. Spartium jun. и др. — Phisikaliche Belustigungen 1751 St. 2 s. III) сомнительно.

[15] См. возражение против высоких чисел Misk у Bertrand'a.

[16] Hg указывалась ранее флогистиками — Hjärne, Hieronimus Ludolf — что ошибочно.

[17] и [18] не указывается методика определения. U в растениях с почв, обогащенных U.

[19] Краткое замечание без точных данных. В растениях указывалось раньше.

[20] О нахождении Th в организмах сделан вывод на основании радиометрического определения эманации (торона) см. Burkser, т. е. косвенно, химически же определение Th сделано не было. Не исключена возможность, что эманация вызывалась присутствием MsTh, а не Th; см. эти Труды стр. 19; Бруновский 1933.

[21] В литературе имеются общие указания на нахождение Cd в растениях (см. например, Hargue), но не приводятся оригинальные работы. В углях Cd открыт в 1847 г.

[22] О нахождении Nb авторы говорят с большой осторожностью.

[23] Taboury нашел Se в растениях, растущих близ воды, содержащей Se. Gassmann в 1916 г. первый настаивал на нахождении Se в организмах, но примитивность его приемов открытия Se вызвала возражение. См. Fritsch; Robinson нашел Se в ядовитых образцах пшеницы (1933), Sullivan в злаках.

[24] Повидимому первые указания о Ni в растениях идут от Forchhammer 1855 г.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название химического элемента	Автор и дата открытия в неорганической природе	Автор и дата открытия в растительных организмах	Автор и дата открытия в животных организмах
Te	Не были до сих пор обнаружены в организмах		
Zr[1]			
In			
Ta			
Hf			
Ma			
Re			
(85)			
(87)			

Редкие земли[2] (кроме Ce, La, Nd, Pr (Di), Sm, Y) не указывались в организмах.

Платиновая группа Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, — не находили в организмах.

Газы He, Ne, Kr, Xe — не изучались в организмах.

Радиоактивные элементы (кроме Rn, Ra, $MsTh_1$ и Th[3]) — не изучались в организмах.

ческих методов исследования — спектроскопии, рентгеноспектроскопии, радиометрии и др. Вместе с тем, появились и тенденции к исследованию распространения одного какого-либо химического элемента в ряде различных представителей животного и растительного мира (сериальные определения).

Таким образом, в наше время уже наметился резкий перелом в отношении к следам химических элементов, встречающихся в организмах. Это получает отражение отчасти в специальных статьях о минеральном составе тканей и т. п. (см. у Abderhalden, Oppenheimer, Winterstein и др.) или в более или менее полных сводках, как напр. в Tabulae biologicae Junk,[4] у Linstow для растений, Mitolo и многих др. Появляются монографические очерки, посвященные биохимии одного какого-либо элемента J, Mn, K, Ca, Al, Ra, дальше мы с ними познакомимся. Но они, конечно, далеко не исчерпывают всего накопленного материала, имея в виду еще, что он с каждым годом множится.

[1] Имеются указания Sprengel на присутствие Zr в растениях, не проверенные, (1828).

[2] Указания на редкие земли (без их разделения) в организмах имеются у Черняка, И. Старынкевич-Борнеман, М. Белой (неопубликованные данные).

[3] См. примечание 20.

[4] Появились и периодические — Tabulae biologicae periodica.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Попытка обобщить результаты почти 150-летней упорной и непрерывной работы, как мы увидим ниже, возникает со стороны новой отрасли знания — геохимии или точнее — биогеохимии.

2. Характер аналитического материала

Основное требование, которое мы предъявляем к аналитическим данным, вытекает из существа нашей задачи — возможно точно выяснить полный химический элементарный состав организмов. Далеко не все данные вошли в указанные выше сводки. Поэтому создается известная трудность из-за распыленности аналитического материала по всей мировой научной литературе на протяжении всего рассматриваемого периода. За это время методы анализа и даже способы выражения полученных данных претерпели большую эволюцию. Невольные ошибки аналитиков прошлого века стали очевидными только теперь. Отсутствие общепринятого универсального способа выражения данных иногда совершенно лишает возможности непосредственно сравнивать результаты различных авторов. Содержание того или иного химического элемента (а часто и химического соединения) выражалось в процентах то к сырому весу объекта, то к воздушно-сухому, то к абсолютно-сухому весу, высушенному при 80° С, или при 120° С, к грубой золе, чистой золе и т. п., что не всегда позволяет их сравнивать. Еще большие затруднения вносит отсутствие точных указаний названий видов организмов, числа особей (средняя проба) пола, возраста, места сбора и т. д. — сведений, без которых ныне нельзя обойтись при сопоставлении данных. Все эти недостатки мы относим к категории затруднений, которые в известной мере могли быть преодолены, путем ли компенсации, например, многочисленными повторными определениями одного и того же объекта различными авторами или какими другими. Главная же беда заключается в том, что вся масса чисел относится не к целым организмам, а к отдельным органам, тканям, частям и т. п. С точки зрения агрохимика, биохимика и т. д. было достаточно проанализировать в одном случае листья, в другом — корни или, например, печень, скелет, мясо или кровь животного и т. п. Когда от сравнительной химической оценки целых организмов, мы перейдем к сравнению состава отдельных частей и органов, — поставим себе задачу дать подробную химическую топологию организма, то тогда этот материал окажется исключительно ценным. Но сейчас мы вынуждены им пользоваться, прибегая, в этом случае, к пересчетам, что, конечно, снижает в известной мере ценность получаемых данных. Анализов, относящихся к целым организмам, несравнимо меньше. Это прежде всего, анализы зерен, затем воздушных частей растений и, наконец, некоторых небольших по величине животных, главным образом *invertebrata*, что обусловливалось применяемой методикой анализа. Чрезвычайно разнообразным представляется объем анализов, количество тех химических элементов, которые он включает. Прежде всего следует сказать, что совершенно отсутствуют полные

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

анализы организмов и даже их частей, т. е. такие, которые дают количественное содержание всех химических элементов, находимых в данном организме. Наиболее полными могут быть названы анализы, заключающие определения максимум 15 химических элементов. Но и их немного. Обычно называют „полными" анализы, содержащие определения N, P, S, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cl. Они составляют основной фон для растительных объектов, для животных их значительно меньше. Больше других определений P, N, K и Fe. Рядом с этим довольно много определений отдельных химических элементов в целых организмах или в их частях. Подобные сериальные анализы имеются для Cu, Mn, J, As и др., увеличившиеся особенно за последние годы. Если качественные пробы на N, P в организмах в настоящее время не представляют большого интереса, то нахождение, хотя и качественно, например, V, Cr, Ni, Co или Ge и Ga и многих других, конечно, не может быть оставлено без внимания. Касаясь определений отдельных элементов, мы должны заметить, что очень мало данных для углерода, а кислород всегда определялся по разности.

Если бы мы теперь ко всему сказанному попытались представить, в какой мере насчитывающиеся десятками тысяч, уже опубликованные, анализы разной полноты могли бы всесторонне изобразить химический элементарный состав всех видов организмов, то получили бы следующую картину (табл. 2).

Мы должны оговориться, что приведенный в табл. 2 подсчет условен и дает лишь общее представление. Мы нашли число видов, для которых известны анализы, таким образом, что считали не только количественные, но и качественные определения (анализы химических элементов) безразлично, относятся ли они к целому организму или к его части и т. п. Иными словами, число видов, для которых известны те или иные определения взято нами по возможно высшему пределу. Что же оказывается? Только сотые, в лучшем случае десятые, процента видов организмов из всех описанных доселе зоологами и ботаниками были так или иначе химически опробованы. Это конечно, с одной стороны, не значит, что нам известен, быть может, полный химический состав организмов в каждом случае, о чем мы уже упомянули, а с другой стороны, мы можем с известной долей осторожности переносить данные для одних видов организмов на ряд других (например, в отношении состава костей и т. п.). Из данных табл. 1 следует, что в настоящее время известно о нахождении в организмах больше 60 химических элементов, из общего числа 92, ныне открытых. Список этот не полон, так как в организмах несомненно могут быть доказаны, напр., помимо аргона и все другие инертные газы,[1] поступающие в организм при вдыхании с воздухом. Вероятно, они нигде не вступают в соединения, но точно

[1] Часто авторы, определяя N в газах из полостей, тканей организмов, замечают „вместе с благородными газами".

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 2

Количество видов в пределах разных классов организмов, для которых известны химические анализы

	Число ныне описанных видов		Число видов анализированных	
Растения				
Bacteria	—		ок. 50	
Fungi	70 000		70	
Algae	40 000		350	
Lichenes	5 000		25	
Bryophyta	18 000		100	
Pteridophyta	7 000	*Lycopodiales*	100	20
		Filicales		50
		Equisetales		30
Gymnospermae	500		100	
Angiospermae	160 000		меньше 3500	
Животные[1]				
Protozoa[3]			50	
Porifera	4 500[4]		70	
Coelenterata[2]	9 000		250	
Echinodermata	4 200		150	
Vermes	16 000		100	
Bryozoa	3 050		25	
Brachyopoda, *Mollusca*	104 000		350	
Crustaceae	15 500		100	
Myriopoda	8 100		200 (вместе с *Arachnoideae*, *Insecta*)	
Arachnoideae	28 000			
Insecta	750 000			
Tunicata	1 600		45	
Vertebrata	70 000	*Pisces*	400	100
		Reptil. et amphibia		50
		Aves		100
		Mammalia		150

[1] Число описанных видов животных исправлено по Hesse. Ср. наши прежние подсчеты Bullet. de la Classe des Scien. Phys. et Math. Academ. des Scien. de l'Ukraine, IV. Fasc. 5, 357, 1930.

[2] Вместе с *Ctenophora*.

[3] Наши подсчеты.

[4] По de Laubenfels (1929) — 5000.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

это неизвестно. Из элементов редких земель были открыты пока только церий, лантан, дидим,[1] иттрий и самарий. Имеются все основания предполагать, что и другие редкие земли встретятся в организмах при дальнейших исследованиях.[2] Сложность определения редких земель и их разделение затрудняет эти исследования. Наконец, вместе с открытыми в организмах Rn, Ra, Th[3], $MsTh_1$, вероятно присутствуют и все другие элементы радиоактивного ряда. Таким образом не были обнаружены до сих пор в организмах или в их частях все элементы платиновой группы Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt и несколько других, как-то Te, Zr, In, Ta, Hf, Ma, Re (и элементы 85 и 87) (см. табл. 1). В пределе мы должны ожидать присутствие всех химических элементов и их изотопов, встречающихся в земной коре, вопрос лишь в том, в каких количествах они обычно находятся в организмах.

3. Химический элементарный состав живого вещества

Химический состав среды так или иначе отражается на химическом составе организмов. Организмы, имеющие в своем составе, например, кальций, кремний, железо или какой-либо другой химический элемент, могут существовать и развиваться только в среде, которая содержит эти химические элементы. С другой стороны, в областях биосферы, где находятся огромные массы известняков, выходы силикатовых пород, железных руд и т. п. прежде всего могли выживать организмы, которые осваивали эти вещества, пользуя их либо на постройку своих скелетов и т. п. или в качестве переносчиков кислорода и т. д. Эти и другие многочисленные примеры, которые можно было бы привести, имеют целью лишь показать, что в каждом организме, в его химическом элементарном составе, мы встречаемся с известным проявлением геохимической роли данного вида организма. Вне геохимических процессов, идущих в биосфере, организмов не существует. С этой точки зрения геохимическая роль отдельных организмов может лишь отличаться количественно. В аспекте геохимии имеет значение не один вид, а вся их совокупность — все организмы, или как говорят, живое вещество. Одна часть этого живого вещества непосредственно связана, например, с перемещением Ca, Si, Fe и т. д., другая же более отдаленно, через посредство длинной пищевой цепи. Участие организмов в обмене того или иного химического элемента в земной коре будем называть геохимической функцией живого вещества. Одни геохимические функции являются общими всему живому веществу планеты, например, кислородная, азотная и др. Другие же более специализированы и принадлежат иногда огромной армии организмов, концентрирующих, напр., V, P и многие другие химические элементы, особенно тех из них, которые находятся в состоянии рассеяния. Это так

[1] Praseodym + Neodym.

[2] При спектрографических исследованиях, ведущихся в Биогеохимической лаб. Академии Наук СССР над организмами наблюдались La, Y.

[3] Вероятно $MsTh_1$, а не Th. См. стр. 19 настоящих трудов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

называемые кремниевые, железные и т. п. организмы-концентраторы. Именно подобные организмы как правило являются породообразователями. Между средой и организмом идет непрерывный обмен веществ — среда и организмы непрерывно связаны общей историей атомов химических элементов. Отсюда вытекает необходимость для геохимика ближе подойти к химическому элементарному составу организмов всего живого вещества и обратно, химический элементарный состав организмов может быть понят и объяснен, исходя из геохимических представлений. Как мы уже говорили выше, вопрос о химическом элементарном составе не получил самостоятельного значения и являлся своего рода подспорьем для решения частных многочисленных вопросов. В 1916 г. акад. В. И. Вернадский подходит к самому существу проблемы и в ряде статей освещает всесторонне значение этой проблемы, исходя из геохимических представлений. Им впервые делается подсчет всей массы живого вещества планеты, вводится понятие о среднем химическом элементарном составе вида, биогенной миграции элементов и т. д. В настоящее время основные понятия о биосфере сделались распространенными и за пределами геолого-минералогических наук, поэтому мы не будем здесь касаться общих вопросов (см. В. И. Вернадский, 1934). Нам хотелось бы остановиться на тех выводах, которые из этого следует сделать в отношении более частной проблемы — химического состава организмов. С геохимической точки зрения этот вопрос приобретает законченную цельность. Первым выводом, который мы можем сделать, является признание возможности не только нахождения всех химических элементов в живом веществе (в различных организмах могут быть разные элементы), но и допущение физиологического значения этих элементов. По существу вопрос, какие химические элементы составляют живое вещество, отпадает. Нарождается же другой, в каких количествах находятся они в том или другом виде организмов. Не является ли химический элементарный состав в пределах каких-либо таксономических единиц биологов, также постоянным, как и морфологические признаки этих организмов? Иными словами, не является ли химический элементарный состав видовым признаком? Поэтому понятия рода, вида и т. д. должны заключать известную геохимическую определенность. Далее для нас ясно, что геохимические процессы, непрерывно идущие в земной коре, и эволюция химического элементарного состава живого вещества — два сопряженных процесса. Геохимическая трактовка вопроса, как мы видим, вводит нас в русло глубочайших биологических проблем.

Подход к ним с указанной точки зрения возможен лишь при том условии, что мы овладеем всем материалом, сюда относящимся. Мы понимаем под этим, прежде всего, всестороннее ознакомление с данными по химическому элементарному составу организмов, до сих пор в целом недостаточно оцененными, обобщения отсюда вытекающие, а затем дальнейшее, более определенное, отвечающее нашим целям, более точное сравнительное изучение химического элементарного состава организмов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

В них, в настоящее время, заинтересованы в равной мере и геохимия и биохимия.

В своей работе „Химический элементарный состав организмов суши и периодическая система Д. И. Менделеева“ (см. стр. 1) — на основе известного аналитического материала нами делается попытка показать ту глубочайшую связь, которая лежит в основе химического строения организмов—связь между распределением атомов отдельных элементов в организмах и положением этих химических элементов в периодической системе.

4. Химический состав морской воды

Здесь мы позволим себе привести данные лишь о среднем химическом составе морской воды, не входя в рассмотрение ни истории вопроса, ни современных проблем, относящихся к происхождению солевого состава воды океана и возможного изменения этого состава в геологическом времени и т. п. Избежать совершенно вопроса о составе морской воды по понятным причинам мы не можем.

Океаническая вода на всем своем протяжении имеет примерно одинаковый солевой состав. В прибрежной зоне, особенно вблизи устья рек, и т. п. происходит разбавление океанической воды пресной. Общее содержание солей, в среднем близкое к 3.8%, уменьшается, но соотношение между солями (ионами) остается без каких-либо значительных изменений.

Главными компонентами морской воды являются (в процентах солевого остатка):

Cl'	55.29	$Na^{\cdot}$	30.59
Br'	0.19	$K^{\cdot}$	1.00
SO_4''	7.69	$Ca^{\cdot\cdot}$	1.20
CO_3''	0.21	$Mg^{\cdot\cdot}$	3.72

Но помимо этих химических элементов в морской воде ныне обнаружено еще более 40 других.

Все вещества, содержащиеся в морской воде, находятся главным образом в виде ионов, так, напр., все главные компоненты; затем в виде коллоидов различной степени дисперсности — это главным образом глинистые частицы и возможно некоторые органические вещества, найденные в морской воде.[1] Они составляют малую часть. Наконец, взвешенные в воде планктонные организмы, бактерии и др. Океаническая вода до дна проникнута газами атмосферы, соотношение которых с глубиной меняется вследствие разной растворимости отдельных газов в воде.[2]

Характер состояния ряда химических элементов в морской воде далеко не достаточно известен. На равновесие ионов в растворе морской воды, например, $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$, $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ и большого ряда микрохимических элементов оказывает влияние изменение реакции морской воды, содержание CO_2 и т. п. Полной номограммы химического состава морской воды еще нет.

1 См. Gran, Krogh и др.

2 См. В. И. Вернадский, 1932. — Об изменениях в составе газа в связи с глубиной.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Изменение в содержании главных компонентов, происходящее в связи с разбавлением морской воды или от других причин, колеблется в пределах одной декады. Изменение же в содержании малых компонентов морской воды, происходящее в известной мере независимо для отдельных химических элементов, достигает тысяч раз. Причина, наиболее сильно нарушающая содержание, например, соединения азота (NO_2, NH_3), фосфора (PO_4'''), Fe, Si и т. д., лежит в развитии планктонных организмов, извлекающих эти элементы из морской воды.

Планктон при своем развитии, что связано с определенным временем года, в верхних слоях воды резко меняет гидрохимическую картину. Часть химических элементов им захватывается или осаждается вследствие биохимических процессов — например, $CaCO_3$, вследствие изменения реакции среды и т. п. причин, создавая временное обеднение. Другие элементы, наоборот, увеличиваются в зоне развития планктона — например, содержание O_2 при фотосинтезе и т. п.

Химический элементарный состав морской воды (в весовых %)

O	85·80	J	$5\cdot10^{-6}$
H	10·67	Fe	$5\cdot10^{-6}$
Cl	2·00	As	$3\cdot10^{-6}$
Na	1·07	P	$5\cdot10^{-6}$
Mg	$1.4\cdot10^{-1}$	Al	$n\cdot10^{-6}$
S	$9\cdot10^{-2}$	Cu	$2\cdot10^{-6}$
Ca	$4.5\cdot10^{-2}$	Mn	$n\cdot10^{-6}$
K	$3.8\cdot10^{-2}$	Cs	$n\cdot10^{-7}$
Br	$6.5\cdot10^{-3}$	Ag	$n\cdot10^{-9}$
C	$3.5\cdot10^{-3}$	Au	$4\cdot10^{-10}$
Sr	$1\cdot10^{-3}$	Ra	$2\cdot10^{-12}$
B	$4.5\cdot10^{-4}$	Качественные определения	
F	$1\cdot10^{-4}$	Ar[2]	Co[2]
Si	$2\cdot10^{-5}$	He[2]	Pb[2]
Rb	$2\cdot10^{-5}$	Ne[2]	Ti[2]
N[1]	$n\cdot10^{-5}$	Kr[2]	Bi[2]
Zn	$1\cdot10^{-5}$	X[2]	Sn[2]
Ba	$n\cdot10^{-5}$	Rn[2]	Mo[2]
Li	$7\cdot10^{-6}$	Ni[2]	Ga[2] и т. д.

На содержание микроэлементов в морской воде впервые обратил внимание Forchhammer (B, Zn, F, Sr и др.). Однако количественная сторона нахождений этих элементов в морской воде до сих пор далеко не выяснена. Что же касается кругло-годичных изменений в содержании отдельных микроэлементов в морской воде, то они только начались наблюдениями (Si, Fe, P). Отмечают иногда изменение в содержании некоторых элементов с глубиной, вблизи берега и т. д. Несомненно, повидимому, увеличение содержания некоторых химических элементов в придонных слоях. Данных так мало, что не только невозможно нарисовать общую картину для рас-

[1] Связанный азот

[2] Все попытки непосредственно найти V в морской воде дали отрицательный результат. См. А. Виноградов, 1934.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

пределения микроэлементов в морской воде, но многие из них требуют проверки (Rb, Cs, Li, F, Mn, Al). Для многих химических элементов известны лишь качественные указания, и все попытки количественного определения оказались пока тщетными (V, Mo, Mn, Al).

Геохимическая история этих элементов в море, за небольшим исключением (Si, Fe, Ca, J, Br, Al, Br) не была еще предметом специального изучения. Судьба некоторых химических элементов (талассофильных[1]) связана с накоплением их в осадках моря. Многое здесь должно выясниться в связи с изучением химического элементарного состава организмов моря, извлекающих и концентрирующих в виде осадков дна моря — илов и т. п. в сотни и тысячи раз, против нахождения в морской воде — большое число химических элементов. Подойти к геохимии моря с этой стороны одна из главнейших задач, которая по замыслу автора должна явиться в результате настоящей работы.

II. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ

1. Общие замечания

Водоросли, начиная с кембрия, а вероятно и ранее, играли значительную роль в геохимических процессах в океане.[2]

Масса водорослей, если исключить фитопланктон (т. е. *Diatomea*, *Cyanophyceae* и отчасти *Chlorophyceae* и др.) и иметь в виду только прикрепляющиеся к различным субстратам в море *Phaeophyceae*, *Rhodophycae*, и *Chlorophyceae*, исчисляется около $n \cdot 10^{15}$ г. В среднем, на каждый занятый водорослями квадратный метр поверхности дна моря приходится около 1—5 кг водорослей. Общая площадь, ими занятая, не менее $n \cdot 10^{11}$ кв. м.[3] Главная масса водорослей этих трех классов распределяется в прибрежной зоне. При этом северное полушарие много богаче ими, нежели южное, вследствие большей протяженности береговой линии. В Атлантическом океане находятся огромные скопления некоторых видов *Phaeophyceae* (*Sargassum bacciferum* и др.) площадью в несколько сотен тысяч кв. километров. Это — так называемые Саргассовы поля. Об их происхождении были высказаны различные мнения. Наиболее вероятно, что эти водоросли, обычно прикрепленные к субстрату, были унесены в океан течением и держатся в некоторой зоне вследствие вращательных и т. п. благоприятствующих океанических течений. Всего описано было около 40 тысяч видов водорослей. Анализы известны до 350 видов водорослей. *Phaeophyceae*, *Rhodophyceae*, *Chlorophyceae* располагаются в море вблизи берега по вертикальной линии в определенном порядке, образуя своеобразные и типичные биоценозы. У берегов Тихоокеанского побережья нашего

[1] Термин введен Goldschmidth V. M. Нами отмечалось преобладание среди них элементов с нечетным номером. См. настоящие Труды стр. 1.

[2] Остатки их известны с альгонка.

[3] Не принимаются во внимание известковые водоросли.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Союза и Японии, у берегов Мурмана, Скандинавии, Шотландии, у берегов Франции, Германии, на Атлантическом побережьи Америки различаются несколько таких зон.

Над уровнем моря, например на берегах Баренцева моря, встречаются *Halasaccion ramentosum*, и далее в литоральной зоне преобладают многочисленные виды *Fucaceae*—*F. vesiculosus* и др., затем *Rhodymenia palmata*; в сублиторальной зоне с глубины от 0 до 10—15 м в пределах высоких и средних широт находятся поля наиболее мощных современных водорослей *Laminariaceae*,—*Laminariae*, *Alariae*, а на Тихоокеанском побережьи Америки и Камчатки — огромные *Nereocystis*, *Macrocystis*, *Pelagophycus*. В этой же зоне и глубже встречаемся с полями красных водорослей, например, *Phyllophorae*, *Ptilota* и др. В более низких широтах в теплом и тропическом морях видовой состав водорослей меняется. В литорале вместо *Fucus* преобладают *Cystoseira*, *Sargassum*. Появляются многочисленные *Corallinaceae*, образующие каменные барьеры, а также *Chlorophyceae*, концентрирующие $CaCO_3$. *Corallinaceae* глубже других, иногда до 400 м, опускаются в море. В сублиторале совершенно исчезают *Laminariae*. В связи с изменением видового состава в широтном направлении, вместе с тем изменяется в известном отношении и геохимическая функция водорослей, а следовательно, и химический их состав. Приведем один пример. Концентрация $CaCO_3$ наиболее интенсивно производится видами из теплых и тропических морей. Исключая некоторых *Corallinaceae*, имеющих широкое распространение, все другие так называемые известковые водоросли отсутствуют в холодных морях. С другой стороны, наиболее интенсивная концентрация иода идет в ламинариях — видах умеренных и холодных вод.

Водоросли, как и все другие организмы моря, обладают свойствами селективно извлекать из морской воды всевозможные вещества. Это основной жизненный процесс, общий всем организмам моря, на который впервые обратил внимание Herbst. Таким образом водоросли извлекают различные ионы и коллоидные вещества из морской воды. Это положение, в общем, не может быть оспариваемо. Химический элементарный состав водорослей, при сравнении его с составом морской воды и грунтов, указывает, что в некоторых случаях можно допустить еще и другой источник питания. Так целый ряд веществ в значительно больших концентрациях находится в грунтах, с которыми соприкасаются ризоиды и другие части водорослей. Последние, по общепринятому взгляду, являются лишь органами прикрепления водорослей. Вопрос о возможности извлечения водорослями концентрируемых ими элементов из грунтов, как, например, алюминия, мышьяка, иода, бора и т. д., должен быть поставлен на экспериментальную поверку. Этот вопрос касается и многих других морских организмов, чему не трудно было бы привести примеры.[1]

[1] См. об извлечении *Ascidiae* ванадия (в 2-й части).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 3

Содержание воды в различных водорослях (в %% веса в жив. состоянии)

Названия водорослей	% H_2O	Место сбора	Авторы, год
1. Chlorophyceae			
Enteromorpha	70.83	Кольский залив, Баренцево море	[1]
Ulva	78.0		
Monostroma	82.60	Кольский залив	[1]
2. Phaeophyceae			
Nereocystis luetkeana (8)[2] . . .	92.80	Канада, Тихий океан	Cameron A. T., 1915
„ (26)	91.58	Калифорния, Тихий океан	Burd, Hoagland, 1915
Macrocystis pyrifera (38)	86.08	„	Burd, Hoagland, 1915
„	87.00	„	Stewart, 1915
Pelagophycus porra (10)	89.92	„	Burd, Hoagland, 1915
Laminaria digitata (3)	87.50	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell 1893
„	73.07	Bretagne	Vincent, 1924
„ (2)	83.00	Scottland	Anderson, 1857
Среднее	81.19		
Laminaria saccharina	87.49		
„ (3) . . .	87.99	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
„ (3) . . .	85.38	Scottland	Hendrick, 1893
„ (мол.) . .	87.49	Канада, Тихоокеанский берег	Cameron A. T., 1915
Среднее	87.09		
Saccorhiza bulbosa	89.44	Bretagne	Vincent, 1924
Alaria esculenta	82.06	Scottland	Hendrick, 1893
Egregia Menziesii	83.62	Калифорния (Pacif. Gr.)	Burd, 1915
„	83.7	Тихоокеанский берег	Hoagland, 1915

[1] Из неопубликованных материалов Биогеохим. лаб. АН. 1930—33 гг.

[2] В круглых скобках всюду в таблицах указано число анализов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Названия водорослей	% H_2O	Место сбора	Авторы, год
Fucaceae			
Fucus vesiculosus	71.86	Bretagne	Vincent, 1924
»	68.17	Scottland	Hendrick, 1916
» (3)	76.55	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
»	76.00	Канада, Атлант. ок.	Butler, 1931
»	70.57	Scottland	Anderson, 1857
»	70.57	(Немецкое море?)	Bergstrand, 1872
Среднее	72.29		
Fucus serratus	74.36	Bretagne	Vincent 1924,
»	75.40	Scottland	Hendrick, 1916
Fucus nodosus (3) (*Ascophyllum nodosum*)	77.26	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
»	74.00	Bretagne	Vincent, 1924
»	70.52	Scottland	Hendrick, 1916
»	74.31	»	Anderson, 1857
»	80.47	Connecticut, Атлантический берег	Jenkins, 1877
»	70.00	Канада, Атлантический берег	Butler, 1931
Среднее	74.40		
Fucus furcatus	68.71	Канада, Тихоокеанский берег	Cameron A. T., 1915
» *evanescens*	79.83	То же	»
Scytosiphon lomentarius	91.0	Канада, Атлантический берег	Butler, 1931
Cystoseira fibrosa	75.0	Bretagne	Vincent, 1924
Sargassum sp.			
Cladostephus verticillatus	71.17	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Названия водорослей	% H_2O	Место сбора	Авторы, год
3. Rhodophyceae			
Rhodymenia palmata (2)	86.25	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	84.28	Bretagne	Vincent, 1924
„	78.20	Scottland	Hendrick, 1893
„	85.00	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
„	84.70	Кольский залив, Баренцево море	[1]
Среднее	83.64		
Chondrus crispus (3)	75.37	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	77.00	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
„	80.00	Bretagne	Vincent, 1924
„	80.84	Milford, Атлант. океан	1890, (по Cameron)
Среднее	78.30		
Porphyra laciniata	86.0	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
Gigartina mamillosa	68.0	То же	„
Delesseria sinuosa	83.0	„	„
Rhodomela pinastroides	81.88	Bretagne	Vincent, 1924
Nithophyllum punctatum . . .	82.0	„	„
Soliera chordalis	84.64	„	„
Furcellaria fastigiata	78.36	„	„
Phyllophora membranifera (3) .	66.18	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
Polyides rotundus	58.53	„	То же
Ahnfeltia plicata	59.04	„	„
Ceramium rubrum			
Ptilota plumosa	66,66	Кольский залив, Баренцево море	[1]
Halosaccion ramentosum			
Rytiphlaea pinastroides	56.09	Noirmoutiers (Vandée)	Hervé — Mangon, 1859

[1] Из неопубликованных материалов Биогеохим. лаб. АН. 1930—33 гг.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Химический элементарный состав водорослей, будучи характерным для данного вида и рода, связан со всей обстановкой местообитания водорослей. Бурые водоросли исключительно жители моря, *Rhodophyceae* за единичными исключениями тоже морские водоросли. Среди *Chlorophyceae* известны и пресноводные и морские виды, а кроме того для отдельных видов известны формы, морские и пресноводные.

2. Содержание воды в различных видах Phaeophyceae, Rhodophyceae и Chlorophyceae

Определение воды в водорослях не было произведено настоящим образом. Больше того, очень часто за содержание воды в водорослях принимают совершенно условную величину — потерю при высушивании при 100° C и выше, либо потерю при высушивании воздушно-сухих водорослей, т. е. предварительно уже подсушенных на воздухе. Это дает, примерно, от $^1/_8$ до $^1/_4$ всей воды, заключающейся в живых водорослях. Данные, относящиеся к указанному роду определений, мы оставляем в стороне.[1] Что же касается данных для полного содержания воды в водорослях, то их немного и все они получены при довольно изменяющихся условиях. Разнообразие приемов и несовершенство методов определения воды в водорослях[2] затрудняют выяснить степень ошибки этих определений. Ошибки усугубляются еще тем, как мы увидим дальше, что водоросли, взятые в разное время года, разного возраста, содержат различные количества H_2O. Поэтому мы можем говорить лишь о некотором среднем содержании воды в том или ином виде водоросли. При многократных систематических определениях воды — ошибки определения сглаживаются, поэтому в известной мере мы можем средние данные подобного рода сравнивать и между собой (табл. 3).

Серии данных для H_2O в водорослях были получены главным образом Cameron, Wheelera. Hartwell, Hendrick, Butler, Burd и другими. В табл. 3 приведены лишь некоторые цифры, по возможности для одних и тех же видов водорослей из разных мест, данные разными авторами. В ней не представлены виды обычно инкрустированные $CaCO_3$. Эти виды содержат значительно меньше воды, о чем мы еще скажем ниже. Среди всех же остальных водорослей содержание воды колеблется от 58 до 85% и реже больше. Как мы видим, однако, одни и те же виды, например, разные *Laminariae*, с одной стороны, *Fucus vesiculosus, Ascophyllum nodosum* и другие. *Fucaceae*, с другой стороны, по данным многих авторов, из разнообразных мест, в среднем, содержат различные, но постоянные для этих родов количества воды. Например, у *Laminaria* около 80%, а у *Fucus vesiculosus* около 70% воды. Еще более высокое содержание H_2O, в так наз. гигантских

[1] Они имеют значение в промышленности для характеристики влажности кельпа или варека. О значении слов kelp, varech, goémon — см. у Lingelsheim.

[2] Все изестные приемы определения H_2O в организмах, в лучшем случае, дают ошибку около $\pm 1\%$ (и больше).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

водорослях *Nereocystis*, *Macrocystis* и др. сравнительно с содержанием воды в видах из других родов.

Вообще большинство видов *Chlorophyceae* и *Phaeophyceae* богаче водой, чем *Rhodophyceae*, среди которых известны виды с минимальным для водорослей количеством воды. См., например, *Phyllophorae membranifoliae*, *Polyides rotundus*, *Ahnfeltia plicata* и др.

Можно высказать общее правило, что водоросли, имеющие более или менее цельную и ровную пластинку слоевища подобно *Laminariaceae*, *Ulva* из *Chlorophyceae*, *Porphyra* из *Rhodophyceae* и т. д., содержат воды свыше 80%. Водоросли кустообразные, как *Fucuceae* или *Chondrus Gigartinae*, *Sargassum* и т. д. заключают воды обычно меньше 80% и, наконец, виды с более тонкой (напр. перистообразной) формой строения слоевища — *Ptilota plumosa*, повидимому, содержат воды наименьшее количество. Это правило должно быть подвергнуто испытанию со стороны экологии водорослей. В вертикальном распределении водорослей в море, повидимому, играют роль причины, отражающиеся на содержании воды в водорослях. Действительно типичные для литоральной полосы камней и песков *Polyides rotundus*, *Ahnfeltia plicata*, *Halosaccion gracilaris* и т. д., образующие своеобразную флору водорослей, известную под названием Sandlöcher, как видно из таблицы, все содержат малые количества воды. Другая группа водорослей из тех же *Rhodophyceae* и не менее характерная, например, в некоторых местах Мурманского берега и многих других,[1] но обитающая уже в сублиторали на глубинах 10 и более метров, внешне часто похожая на мшанок *Ptilota plumosa*, *Ceramium rubrum*, *Phyllophora Brodiaei* и многие другие виды этих родов, также оказывается бедна водой (см. табл. 3). С другой стороны, можно указать на *Laminariaceae* и *Rhodymeniae*, совершенно из разных зон, но с одинаково большим содержанием воды.

Целый ряд других особенностей в смысле содержания воды в отдельных видах говорит в пользу своеобразия водного обмена у отдельных видов, а, следовательно, и ее содержания.[2]

Недостает систематических точных наблюдений. Вода, заключающаяся в водорослях, очевидно частично образует раствор солей, другая же часть связана с органическим коллоидным веществом водорослей и т. п. Поведение той и другой воды (например, при попытке ее удаления при повышенной температуре) будет различно, как это имело место, напр., в опытах Gartner и др. для сухопутных организмов.

Если наблюдения Barnes об ускоряющем действии на рост пресноводной *Spirogyra* так называемого тригидроля (ассоциированной молекулы

$$3H_2O = H_2O—H_2O;$$
$$\diagdown \diagup$$
$$H_2O$$

[1] Карское, Охотское, Черное море и др. См. Дерюгин.

[2] См. для пресноводных водорослей данные у Mann, Pennington, Adriano и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

предполагаемая форма состояния H_2O в кристаллах льда) подтвердятся, то это явление должно иметь большое значение для жизни водорослей в высоких широтах.[1]

Несколько слов о распределении воды в разных частях водорослей. Содержание воды в разных частях водорослей несколько различно, например: как правило черешок (стебель) Laminariaceae несколько богаче H_2O, чем листовая пластинка (слоевище); молодые водоросли водой — богаче старых.

Таблица 4

Содержание воды в разных частях водорослей (в $^0/_0{}^0/_0$ жив. вещ.)

Названия водорослей	Листовая пластинка	Черешок (стебель)	Плават. пузырь	Автор
Nereocystis luetkeana (8) . . .	92.80	89.10	93.08	Cameron, 1915
„ . . .	91.37	91.98	—	Burd, 1915
Macrocystis pyrifera (3)	85.40	88.60	—	„ 1915
Pelagophycus porra	88.87	91.38	—	„ 1915
Laminaria digitata	74.75	82.37	—	Hendrick, 1916
„ *stenophylla*	79.55	85.44	—	„ 1916
„ *flexicaulis*	81.84	87.2	—	Freundler и его сотр., 1925

В течение года, в водорослях наблюдается изменение содержания воды, идущее с известной правильностью (табл. 5).

Максимум содержания воды достигается к марту — апрелю, т. е. к началу весны (в холодных и умеренных областях океана). Минимум содержания воды ложится на конец осени — сентябрь. Возможно у других видов (из других мест) ход кривой для воды будет несколько иной, что в первую очередь может быть связано с временем начала инсоляции.[2] В известном отношении к годовой кривой изменения воды в водорослях стоит аналогичная кривая изменения золы в водорослях и содержание отдельных элементов (табл. 9).

3. Содержание золы (остатка от прокаливания) в морских водорослях

Вследствие большого содержания в водорослях хлористых и других солей Na и K получить золу путем непосредственного прокаливания на

[1] Исключительный интерес представляет вопрос о нахождении в организмах так называемой тяжелой воды — H_2^2O — см. Природа, № 12, 1933. О свободной воде в водорослях (Pelagophycus) см. у Chrysler.

[2] Возможно, что max. содержания H_2O у *Rhodophyceae* наступает позже. См. данные Wheeler u. Hartwell.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 5

Изменения содержания воды в водорослях в течение года (H_2O в %% жив. вещ.)

Названия водорослей	Январь—февраль	Март	Май	Сент. — ноябрь	Автор
Fucus sp.		77.4	73.4	76.6	Tom, 1905
„ *vesiculosus*	75.19	83.49		70.98	Wheeler a. Hartwell, 1893
Laminaria sp.		87.0	78.0	82.0	Tom, 1905
„ *saccharina* . .	87.85	93.90		82.22	Wheeler a. Hartwell, 1893
„ *digitata* . . .	87.34	92.94		82,22	То же
„ *flexicaulis*:					
Листья	86.8	85.8	84.5	81.0	Freundler, 1925
Стебель	88.7	87.8	86.6	79.3	„
Chondrus crispus	71.39	82.12		74.61	Wheeler a. Hartwell, 1893

огне без угля и в то же время без потерь (напр. P, S, Cl, щелочей и других более редких элементов как Ga, Ge и т. п.) не представляет никакой возможности. Мы должны это иметь в виду при нашем разборе и сопоставлениях. Зола большинства водорослей, полученная при сжигании, и будучи освобождена от угля, имеет окраску от белого цвета до цвета окиси железа, в зависимости от содержания последнего. Отметим колебание в количестве золы, наблюдающееся в пределах одного вида. Максимум зольного остатка встречается у видов, концентрирующих $CaCO_3$, до 90%. У всех остальных водорослей в среднем содержание золы колеблется около 5% на живой вес или около 20% на сухой остаток,[1] т. е. в среднем значительно выше, чем это мы имеем обычно для золы большинства представителей наземных растений (табл. 6).

Наибольшее количество золы (исключая известковые водоросли) содержится в видах гигантских *Laminariaceae*. Наименьшее количество золы встречается в видах из разных классов, и например, постоянно это замечается у видов *Porphyrae*—*P. tenera*, *P. laciniata* и др., что подтверждается также в анализах Kinch, Warington, Reed.[2] Для последующего важно отметить, что большая часть золы водорослей переходит в водный

1 См. Beckmann u. Bark, König u. Bettels, Müller, Oshima, Butler; см. также Werenskiöld, Pott. Дают многочисленные определения золы в сухо-воздушном материале Haas a. Russell-Wells и др. Кроме того следует заметить, что одни авторы рассчитывают анализы на так называемую грубую золу (содержащую известное количество угля, песка, CO_2), другие на чистую золу (исключают при пересчете указанные вещества).

2 См. так же Tahara, König u. Bettels, König, Kellner.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

раствор (еще больше — при подкислении) — это так называемая растворимая часть золы. Другая часть ее остается в виде нерастворимого (в воде или в кислотах) остатка. Соотношение между этими частями золы у разных водорослей колеблется. Наибольшее количество растворимых солей содержится в гигантских водорослях.

Таблица 6

Содержание золы (остатка от прокаливания) в различных водорослях

Названия водорослей	% золы в жив. вещ.	% золы в сух. вещ.	Место сбора	Автор и год
Phaeophyceae				
Nereocystis Luetkeana[1]	4.76	50.57	Калифорния	Burd и Hibbard, 1916
Macrocystis pyrifera[1]	4.96	35.62	„	Burd и Hibbard, 1916
Pelagophycus porra[1]	5.30	52.66	„	Burd и Hibbard, 1916
Laminaria stenophylla	4.75	25.0	Scottland	Hendrick, 1893
„ *longicruris*	3.81	33.20	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
„ *Cloustonii*	7.27	30.30	Bretagne	Vincent, 1924
„ *digitata*	6.06	18.40	„	„
„ *saccharina*	6.03	41.2	Scottland	Hendrick, 1893
Fucus vesiculosus	5.37	16.18	Немецкое море	Bergstrand, 1872
„	4.89	20.70	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
„	6.38	19.90	Scottland	Hendrick, 1916
„	4.96	16.88	„	Anderson, 1857
„	6.24	22.20	Bretagne	Vincent, 1924
Fucus serratus	6.75	26.3	„	„
„ *nodosus*	6.14	23.6	„	„
Himanthalia lorea	5.83	27.3	„	„
Rhodophyceae				
Chondrus crispus	5.0	24.90	Bretagne	Vincent, 1924
„	6.4	27.7	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
Rhodymenia palmata	3.9	26.9	То же	„
Porphyra laciniata	2.25	15.7	„	„
Rhodomela pinastroides	9.70	53.40	Bretagne	Vincent, 1931
Iridaea sp.	6.25	31.4	Калифорния	Hoagland, 1915

[1] Растворимая зола.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 7

Содержание растворимых (в воде) солей в золе разных водорослей (в $^0/_0$ свежих водорослей)

Название вида	Растворимой золы	Нерастворимой золы	Автор, год
Phaeophyceae			
Laminaria digitata (череш.)	4.92	1.41	Hendrick, 1916
„ (лист)	4.26	1.39	„
Laminaria stenophylla (череш.)	4.65	1.13	„
„ (лист)	3.74	0.92	„
Fucus vesiculosus	5.19	1.34	„
„ *serratus*	4.22	1.28	„
Ascophyllum nodosum	4.94	1.41	„
„	6.87	0.52	Vincent,[1] 1924
Chorda filum	6.43	1.09	„
Himanthalia lorea	4.67	1.16	„
Halydris siliquosa	5.17	0.81	„
Rhodophyceae			
Rhodymenia palmata	4.68	0.87	„
Chondrus crispus	4.24	0.67	„

Из табл. 7 ясно, что главную часть составляет растворимая зола.

Растворимая часть золы состоит из хлоридов, сульфатов (фосфатов и карбонатов), щелочных и щелочно-земельных металлов и как показали опыты, легко вымывается дестиллированной водой и даже непосредственно из живых водорослей. Подобные опыты с разными водорослями были произведены Stanford, Segers-Laureys, Cameron, Beckmann u. Bark, Balch, Bertrand и многими другими, причем из опытов, например, Stanford видно, что хлористые соли Na и K значительно быстрее переходят в раствор, чем, например, сульфаты тех же металлов. У разных водорослей соли Na и K вымываются весьма своеобразно (табл. 8).

В дальнейшем это подтвердилось в опытах Bertrand (табл. 19). Разная скорость вымывания Na и K у разных водорослей зависит вероятно от различной проницаемости их эпителиального слоя клеток, например, у *Laminariae* и *Fucus* и др. Подробное изучение вопроса о проницаемости ионов, в частности для тканей водорослей можно найти у Osterhaut.

[1] Не исключена возможность, что авторы в некоторых случаях при растворении пользовалися кислотой.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 8

Вымывание водой растворимых солей из водорослей (в $^0/_0{}^0/_0$ солей)

Число вымываний	Название вида	K_2SO_4	KCl	NaCl
1	*Laminaria Stenophylla*	7.53	31.05	45.55
2		10.08	30.95	53.00
3		19.48	24.81	53.57
4		20.80	23.78	51.04
1	*Fucus vesiculosus*	27.25		61.5
2		48.19		37.6
3		Следы		Следы

Содержание золы в водорослях изменяется определенным образом в течение года (см. табл. 9, а также у Lapicque и др.)

Таблица 9

Содержание золы в разных водорослях в разное время года (в $^0/_0{}^0/_0$ к сухому веществу)

Название водорослей	Январь — март	Апрель — июнь	Июль — сентябрь	Октябрь — декабрь	Место сбора	Авторы
Fucus sp.	18.60	20.05	—	20.7	Jersey	Tom, 1905
Cystoseira discors		12.0	34.0		Неаполитанский залив	Scurti, 1906
Sargassum linifolium		5.0	40.0		То же	"
Ecklonia cava	48.42	46.36	46.33			Okudo и Eto, 1916
Laminaria sp.	35.0	25.0	—	19.3	Jersey	Tom, 1905

Увеличение золы наблюдается в водорослях, собранных в летние и осенние месяцы. С момента начала усиленной адсорбции воды (весна) начинают накопляться и соли. Происходят изменения и в отношениях отдельных элементов, входящих в состав золы.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

4. Содержание C, H и N в водорослях

Наши знания о содержании углерода в водорослях основываются на очень ограниченном числе аналитических дат. Поэтому невозможно произвести сравнение содержания углерода у разных видов, семейств и т. д. Все нижеприведенные данные нужно считать первыми ориентировочными сведениями по этому вопросу.

Впервые анализ на углерод был произведен Mitscherlich в 1848 г. для пресноводной водоросли — *Confervae glomeratae*. В связи с вопросом о продукции моря за последние годы было сделано еще несколько определений углерода в водорослях Brandt и Raben, а также и нами. Этим исчерпываются все известные данные. L. Cayeux кратко упоминает, что водоросли из Saint-Servan-sur-mer (*Fucus*, *Laminariae* и др.) содержат от 21 до 36.8% C (в сухом веществе), см. табл. 10.

Какие-либо выводы из этой таблицы делать преждевременно.

Главная масса углерода водорослей находится в виде соединений — альгина, клетчатки, затем белков и др. Водоросли принимали участие в образовании углей (см. сапромикситы).

Иначе обстоит дело с определением азота в водорослях. Здесь имеются сотни, если не тысячи, определений для десятков видов водорослей. Содержание общего азота в водорослях довольно изменчиво от одного образца к другому в пределах одного и того же вида. Эти индивидуальные колебания, например, у гигантских водорослей, достигают довольно большого размаха. Причина этих колебаний отчасти лежит в условиях сбора, анализа и т. п., о чем мы говорили уже выше, касаясь содержания H_2O (табл. 11).

STAATS-BIBLIOTHEK

Для других видов, не помещенных в табл. 11, содержание азота имеет, вероятно, не меньшие колебания, но систематически не определялось. В этих колебаниях мы должны исключить сезонные изменения, которые текут с определенной правильностью. В имеющихся данных сделать это не всегда возможно. Затруднение встречается в отсутствии указания времени сбора и т. п. Поэтому, как и прежде, следует считаться со средними данными (табл. 12) из многочисленных определений.[1]

В табл. 12 приведены далеко не все данные. Мы воспользовались лишь теми работами, которые давали многократные определения азота и поэтому относительно более верные. Помимо их можно указать еще до десятка видов водорослей, для которых имеются анализы на азот в работах Stewart, Oshima, Gurney, Duncan, Skinne a. Jackson, Jolles, Словцева и Чернявского, Mohr, Dorset, Greshoff, Sack, van Eck u. qu Bosz, Hoagland, Russel и многих других, нами ниже цитируемых.

[1] Азот в водорослях обычно определялся большинством авторов по методу Kjeldahl. Удается ли таким образом определить весь азот водорослей — не изучено. Но, напр., числа для N, полученные Raben по методу Dumas, выше других.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 10

Содержание C, H (и N) в разных водорослях

Названия водорослей	В сухом веществе %			В живом веществе %			Место сбора	Авторы
	C	H	N	C	H	N		
Phaeophyceae								
Laminaria saccharina	26.76	4.06	4.81				Ostsee	Raben, 1919
Chorda filum . . .	29.13	4.51	0.99				„	Stiehr, 1919
Ascophyllum nodosum	37.99	5.37	3.16				Norwegen	Riecke, 1919
Ascophyllum nodosum			2.17	6.53		0.690	Кольский залив	[1]
Fucus vesiculosus .			3.06			0.92	„	[1]
„ .	35.26	2.2		5.69			?	По Залесскому, 1915
Fucus serratus . .				4.32			Кольский залив	[1]
Laminaria digitata			3.13	6.00		0.57	„	[1]
Himanthalia lorea .	43.1	4.5					?	По Залесскому, 1915
Rhodophyceae								
Rhodomela sp. . .	28.32	7.17	2.16				Kiel	Raben, 1919
Chlorophyceae								
Ulva	36.13	5.12	5.44				„	Stiehr, 1919
Enteromorpha . .	31.48	5.31	3.44				Norwegen	Riecke, 1919
Conferva glomerata [2]	45.7	5.83	5.6					Mitscherlich, 1848
Spirogyra nitida [2] .	46.35	5.43	2.61					Pennington

Таблица 11

Пределы колебаний содержания N у водорослей (в %% сухого вещества)

Названия водорослей	Содержание азота			Число определений
	minimum	maximum	среднее	
Macrocystis (Калифорния) . . .	0.53	3.17	1.57	58
Nereocystis „ . . .	0.81	3.06	1.9	51
Alaria „ . . .	2.1	3.3	2.6	15

[1] Неопубликованные данные Биогеох. лаб. АН, 1932 г.

[2] Пресноводные.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 12

Содержание N в различных водорослях (в %% на сухое вещество)

Названия водорослей	N в %	Место сбора	Авторы
Chlorophyceae			
Ulva	2.7	Британские острова	Russel, 1911
„ *lactuca*	0.9	Берег Алжира	Müller, 1894
„	5.44	Kiel	Stiehr, 1919
„	2.06	La Manche	Vincent, 1924
„	2.0	Берег Тих. океана	Waksmann, Carey u. Reuzer, 1933
„ *latissima*	2.1	Адриатическое море	Sestini, с сотр., 1877
„	1.3	La Manche, Брит.	Letts a. Richards, 1911
„	4.75	Belfast, Англия	„
Enteromorpha compressa	1.93	Япония	Kinch, 1880
„	0.49	La Manche	Vincent, 1924
„	3.44	Norwegen	Riecke, 1919
„	1.25	Балтийское море	Vibrans, 1873
„	0.75	Берег Алжира	Müller, 1894
Среднее	1.57		
Rhodophyceae	—		
Rhodymenia palmata	3.71	Канада, Атлантический берег	Butler, 1931
„ (2)	2.70	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	1.84	Bretagne	Vincent, 1924
„	3.39[1]	Scottland	Hendrick, 1893
Среднее	2.91		
Chondrus crispus	2.24	Bretagne	Vincent, 1924
„ (4)	2.82	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	1.15		Greshoff, Sack, v. Eck u. qu Bosz, 1903
„	1.65	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
„	2.08		Jolles, 1895
Среднее	2.00		

[1] На воздушно-сухое.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Названия водорослей	N в %	Место сбора	Авторы
Gracilaria	1.45	Япония	Matsui, 1916
" *armata*	1.63	Берег Алжира	Müller, 1894
Gigartina mamillosa	3.54	Канада, Атлантическое побережье	Butler, 1931
Furcellaria fastigiata	1.07	Балтийское море	Vibrans, 1873
"	1.72	Bretagne	Vincent, 1924
Rhodomela pinastroides	2.53	"	"
Nitophyllum punctatum	0.85	"	"
Soliera chordalis	1.59	"	"
Polyides rotundus	3.30	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
Ahnfeltia plicata	1.69	"	Wheeler a. Hartwell, 1893
Phyllophora membranifolia (2) .	3.07	"	Wheeler a. Hartwell, 1893
Ceramium rubrum	1.99	Балтийское море	Vibrans, 1873
Delesseria sanguinea	2.0	"	"
Laurencia obtusa	1.31	Берег Алжира	Müller, 1894
Liagora viscida	0.51	"	"
Iridaea sp.	2.72	Калифорния	Burd, Hoagland, 1915
Phaeophyceae			
Macrocystis pyrifera (27) . . .	1.57	"	Turrentine, 1912
" (27) . . .	1.58	"	Burd, 1915
" . . .	1.07	"	Stewart, 1915
" (2) . . .	1.7	"	Hoagland, 1916
Среднее	1.28		
Laminaria saccharina	1.75	Normandy	Wheeler a. Hartwell, 1893
" (3)	1.59	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
" (3)	1.73	Калифорния	Turrentine, 1912
"	0.73	Bretagne	Vincent, 1924
"	1.09	Япония	Kinch, 1880
" [1]	1.38	Scotland	Hendrick, 1916

[1] Части водорослей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Названия водорослей	N в %	Место сбора	Авторы
Laminaria saccharina [1]	2.60	Норвежский берег, Зап.	Werenskiold, 1899
„	3.03	Балтийское море	Vibrans, 1873
„	2.29		Mohr, 1865
Среднее	1.80		
Fucus vesiculosus	1.09	Scotland	Wheeler a. Hartwell, 1893
„ (3)	1.59	Rhode Island	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	1.09	Немецкое море	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	3.06	Connecticut	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	1.22	Normandie	Wheeler a. Hartwell, 1893
„	0.99	Scotland	Hendrick, 1916
„	2.01	Немецкое море	Bergstrand, 1872
„	1.84	Балтийское море	Vibrans, 1873
„	2.43	Bretagne	Vincent, 1924
„	1.37	Канада, Атлантический океан	Butler, 1931
„	1.09	Scotland	Anderson, 1857
„	2.29	Берега Англии	Barlow, 1911
„	1.22	Normandie	Marchand, 1865
„	(1.3)	Адриатическое море	Sestini, 1877
Среднее	1.64		
Cystoseira fibrosa	1.14	Bretagne	Vincent, 1924
„ sp.	1.21	Алжирский берег	Müller, 1894
„ sp.	1.23	Япония	Kinch, 1880
Sargassum vulgare	1.23	Алжирский берег	Müller, 1894
„ *bacciferum*	0.80		Corenwinder, 1865

[1] Части водорослей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Названия водорослей	N в %	Место сбора	Авторы
Cladostephus verticillatus . . .	0.77	Алжирский берег	Müller, 1894
Postelsia palmaeformis (4) . . .	1.29	Калифорнийский берег	Turrentine, 1912
Egregia Menziesii (3)	2.56	»	Burd, 1915
»	2.75	»	Hoagland, 1916
Desmarestia ligula (2)	1.99	»	Turrentine, 1912

Существует ли все же различие в содержании азота в отдельных видах или в пределах других таксономических единиц? Остановимся прежде на безусловно характерных случаях (табл. 13).

Так, например, среди Rhodophyceae выделяется род водорослей *Porphyrae* — виды *P. tenera*, *P. vulgaris* (*P. laciniata*) и др. с большим относительно содержанием азота (а следовательно с большим содержанием белков). *Porphyrae*, как известно, принадлежит к особому подклассу, а именно *Bangiales*. К сожалению, для других видов этой группы,

Таблица 13

Содержание N в *Porphyrae*

Названия водорослей	% N в сух. вещ.	Место сбора	Авторы
Porphyra tenera	4.9 —6.43	Япония	Okuda a. Nakayama, 1916
Porphyra laciniata	2.83—5·08	Токийский залив	Matsui, 1916
»	0.66—4.13		Kinch, 1880
»	3.61	Канада, Атлантический берег	Butler, 1931
Porphyra laciniata	?	Канада, Атлантический берег	Shutt, 1914
» [1]	4.1		По Reed (из U. S. Dep. Agr.)
» [1]	5.19—5.8		Fish. Bur. 1904, (Japan)
» [1]	5.4		Tahara

[1] На сухо-воздушное вещество.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

например *Bangiae* и т. д., данных для азота нет. Содержание в *P. laciniata* (*P. vulgaris*), *P. tenera* (и в продуктах из них приготовляемых, путем различной обработки) достигает 7% азота в сухом веществе при обычном содержании азота в других водорослях от 1 до 3% на сухое вещество.

В данных Reed и др.[1] отмечается максимальное содержание белков в *Porphyrae*. Из других красных водорослей *Rhodymenia palmata* должна быть отнесена к богатым азотом водорослям. Это согласуется и с данными Butler, Schmidt-Nielsen, Tahara, Hendrick и др., правда они относятся часто к заготовленным для пищи сухим водорослям.

Кстати сказать, что именно эти водоросли идут в пищу.[2] Другие красные водоросли нередко также отличаются повышенным содержанием азота — *Phyllophorae, Gigartinae, Chondrus*.

В *Phaeophyceae* подобное размежевание видов по азоту сложнее, несмотря на обширность данных и возможность сравнения серий анализов. Существуют единичные указания — см., например, у Vincent на большое содержание N у *Fucaceae* сравнительно с *Laminariae*; все водоросли с Алжирского побережья по Müller беднее N (и фосфором), чем водоросли более холодных областей и других морей. Однако, например, гигантские водоросли не отличаются особо высоким содержанием азота и по всем данным его содержание уступает, например, N в *Laminaria* и других видах водорослей европейских берегов. С географической точки зрения этот вопрос не был освещен. Обращает внимание некоторое убывание N в гигантских водорослях с севера на юг, например, вдоль Калифорнийского берега Америки.

Может быть у большинства *Chlorophyceae* содержание азота, в среднем, несколько выше, чем, например, у большинства *Phaeophyceae* (см. табл. 12). Это следует как будто бы и из данных Reed, Sestini, Oshima, Tahara; сравнительно с другими водорослями в них было найдено и более высокое содержание белков. Например, в видах *Enteromorpha linza, E. compressa, Ulva lactuca* и др.[3]

Но данных все же для *Chlorophyceae* мало и они разноречивы. Burd дал анализы на азот различных частей *Macrocystes, Nereocystes, Pelagophycus*, причем более богаты N листовые пластинки; по Werenskiold то же наблюдается и для других *Laminariae*.

Сезонные колебания N были изучены для ряда водорослей Wheeler и Hartwell, а также см. Tom, Freundler, Anderson и др.

[1] См. примечание на стр. 95, см. Kellner, König, König u. Bettels, Nagaï и Murai, Nagaoka. Smith (J. Imp. Bureau of Fishier).

[2] В Японии особенно *Porphyrae* и *Rhodymenia pertusa*. См. Надсон, Miaybe, Damon Tondo и др.

[3] См. Loew и Bokorny — Spirogyra (пресноводная) до 32% белков, когда обычно 5—15%; но см. у Pennington (*Spirogyra*); для пресноводных *Chlorophyceae* — у Whipple a. Jackson и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 14

Изменения содержания N в течение года в водорослях (в $^0/_0$% сух. вещ.)

Названия водорослей	Время года				Автор
	Январь	Март	Май	Сентябрь—октябрь	
Laminaria saccharina	1.85	1.99		0.94	Wheeler a. Hartwell, 1893
„ *digitata*	2.26	2.27		1.34	Wheeler a. Hartwell, Rhod. Isl.
„		3.06	1.94	0.96	Tom, 1905, Jersey
Fucus vesiculosus	2.03	1.93		0.82	Wheeler a. Hartwell, 1893
„		1.91	1.98	1.16	Tom, 1905, Jersey
Ascophyllum nodosum	1.50	1.28		0.64	Wheeler a. Hartwell, 1893
Chondrus crispus	2.84	3.10		1.32	Wheeler a. Hartwell, 1893
Phyllophora membranifolia		2.78		3.36	Wheeler a. Hartwell, 1893

Из таблицы видно, что максимум содержания азота приходится на зимние месяцы (январь, февраль, март) и начало весны, а минимум содержания азота на осень. Существование сезонных колебаний отчасти объясняет некоторое несогласие данных, приведенных в табл. 12.

Азот в водорослях находится, главным образом, в виде белкового азота и в виде растворимых в воде N-содержащих веществ. Hoagland нашел, что до половины всего азота водорослей находится в последней форме. Вопросом о распределении азота в разных фракциях органического вещества водорослей занимались многочисленные исследователи — Shunichi Tase, Okuda. Nathanson указал во многих водорослях присутствие NO'_2. Cyanophyceae во многом отличаются по своему химическому составу от других водорослей. В частности они более богаты азотом. Подробно см. ниже на стр. 207. Там же мы приводим содержание азота в Peridineae, Diatomeae и других одноклеточных водорослях.

5. Phaeophyceae. Содержание Na, K, Ca, Mg, P, Cl, и S

Более других были исследованы *Phaeophyceae* и главным образом виды из двух больших и распространенных семейств *Fucaceae* и *Laminariaceae*. Анализы их, однако, различной полноты и выполнены с разной точностью; сравнение их затруднено здесь теми же обстоятельствами, о ко-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

торых упоминалось выше; большинство из них не сопровождается указанием методов анализа, а также и указаниями времени, места сбора и т. д. Поэтому к колебаниям в составе у одного и того же вида в анализах разных авторов, помимо действительно имеющих место в природе, в зависимости от сезона, возраста и т. п. прибавляются колебания, зависящие от аналитических приемов. Очень немногие виды имеют повторные анализы, выполненные разными авторами. Они приобретают особую ценность. Только для *Fucus vesiculosus* находим до 15 более или менее полных анализов и только около 10 видов водорослей имеют вообще повторные анализы.

Наиболее полные анализы для *Phaeophyceae* (и водорослей вообще) содержат обычно данные для 7—10 химических элементов — K, Na, Ca, Mg, S, P, Cl, затем Si и Fe и реже одновременно с первыми — еще для J и Br.

Первый подобный анализ принадлежит Bouvier (1791) для *Fucus helminthochorton* (*Alsidium helm.*). Несколько позже дает анализ золы *Fucus buccinalis*[1] — Driessen, затем Brandes, Schwabe и др.. Другие более современные анализы приведены ниже.

Значительно больше одновременных определений известно для N, K и P, произведенных в частности в связи с вопросом использования водорослей на корм, удобрение, для получения калиевых солей и т. п.[2] Мы встречаемся с ним и у Jonhson, Kendrick, Russel, Wood, Barlow, Kinch, Burd, Doherty, Wheeler a. Hartwell, Brand u. Raben, Störer, Crummen, Yeats, Rivierè, Wurdack, Fagërström, отчасти у Forchhammer, Karrer и многих др. В отдельных случаях мы используем их данные.

Сейчас попытаемся разобраться, прежде всего, в распределении первых 7 только что названных элементов у различных видов водорослей. Анализы так называемого kelp'а или варека в целом без указаний названий видов водорослей нас не будут интересовать.[3] В соответствии с этим и в приводимой ниже табл. 15 даются анализы только тех авторов, которые определяли в водорослях содержание всех семи или больше элементов. Fe и Al, а также Si и все другие химические элементы, поскольку для них данные немногочисленны, мы рассмотрим одновременно в отношении всех водорослей ниже (см. стр. 190).

[1] Вероятно *F. vesiculosus?* О пресноводных водорослях см. Jodin.

[2] См. об использовании водорослей Надсон, Зинова, Эратов-Слуцкий, Аверкиев (СССР); Sauvageau, Vincent, Mangenot, Saint-Yves, Desmoires, Matignon, Gloess и др. (берег Франции); Cameron F. (Америка); Davidson, Smith, Miyabe, Yendo, Perrot et Gatin, Rein (Япония). Указываем здесь лишь специальные книги и брошюры.

[3] См. Tressler, Sterkers, Hervé-Mangon, Guthrie. К сожалению, ряд японских работ нам известны лишь по ссылкам — напр., Atsuki a. Tomoda, они остались для нас недоступны. Первые, очень краткие сводки данных для водорослей см. у Senebier, Kützing.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Химический состав золы *Phaeop*

Названия водорослей	Зола в сухом веществе	Na_2O	K_2O	MgO	CaO
Macrocystis pyrifera	35.62	13.75	34.0	3.58	6.70
Nereocystis luetkeana	50.57	14.12	36.90	2.42	2.76
Pelagophycus porra	52.66	11.1	39.39	2.65	2.74
Laminaria digitata	18.64	24.09	22.4	7.44	11.86
„ (стебель, осень)	45.22	8.45	44.74	2.85	7.52
„ (стебель, весна)	35.10	12.09	34.11	12.91	5.45
„ (лист, осень)	—	16.73	30.06	6.06	7.48
„	17.34	26.55	6.81	6.01	10.02
„	—	23.89	18.48	?	10.87
„	27.72	16.0	24.51	5.18	8.78
Среднее	28.80	18.26	25.87	6.74	8.74
Laminaria saccharina	7.56	21.86	12.91	14.49	22.08
„	13.49	24.39	8.14	5.27	11.04
„		18.98	23.78	7.80	10.64
„	33.47	4.79	15.01	9.06	24.62
„ (стебель)	36.82	15.72	37.86	2.95	4.44
„ (основ. годов. листа)	38.61	22.04	29.84	2.15	1.35
„ (средн. часть год. листа)	37.47	20.13	32.01	3.34	2.32
„ (старого листа)	46.15	16.43	36.54	2.78	2.58
„	(31.55)	20.1	25.1	4.6	6.91
Среднее	30.64	18.27	24.58	5.83	9.55
Laminaria (*japonica*?)	—	9.42	33.90	6.69	4.027
„ *latifolia*	11.48	14.46	23.35	6.80	13.91
„ *Cloustonii* (стебель)	40.78	14.75	37.39	2.30	4.75
Laminaria Cloustonii (основ. годового листа)	31.14	24.40	26.64	3.66	1.48
„ (средн. часть год. листа)	32.12	21.14	29.31	3.98	4.28
„ (старого листа)	43.23	14.51	35.69	2.63	2.49

[1] На грубую золу. Содержит 11.09% песка.
* Forchhammer под „P_2O_5“ дает сумму фосфатов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

hyceae (в $^0/_0$ $^0/_0$ „чистой" золы) **Таблица 15**

SO_3	P_2O_5	Cl	Fe_2O_3 (Al_2O_3)	SiO_2	Место сбора	Автор
6.40	1.65	33.70	0.40	—	Калифорнийское побережье	Hibbard, 1915
3.62	1.35	38.50	0.16	—	Калифорнийское побережье	"
3.79	1.55	38.58	0.24	—	Калифорнийское побережье	"
13.26	2.56	17.23	0.62	1.56	Шотландия, западный берег	Gödechens, 1845
2.33	2.52	38.67	0.21	0.34	Scottland (?)	Anderson, 1856
8.56	2.06	28.35	0.53	1.42	"	"
9.03	2.73	32.14	0.51	1.01	"	"
12.71	3.14	33.29	0.23	3.10	Францяя, Fecamp	Marchand, 1865
22.01	4.47	20.80	—	0.48	Гельголанд	Forchhammer,* 1847
11.08	1.88	29.30	0.57	—	Белое море	(из лаб. Северонод, 1933)
11.28	2.76	28.54	0.44	1.32		
23.89	2.12	0.53	1.06	—	Северное море	Witting, 1858
19.51	4.31	28.88	0.08	1.14	Франция	Marchand, 1865
10.18	4.01	20.46	0.38	0.56		Schweitzer, 1845
32.67	2.79	5.94	0.22	1.11	Балтийское море, Варнов	Vibrans, 1873
4.15	2.41	32.17	0.073	—	Западный берег Норвегии	Werenskiold, 1899
5.88	2.72	35.77	0.062	0.21	"	"
5.71	2.19	34.12	0.067	—	"	"
5.08	1.67	34.63	0.074	0.37	"	"
9.48	2.07	31.16	0.56	—	Белое море	(из лаб. Северонод, 1933)
12.95	2.70	24.85	0.39	0.67		
5.18	2.23	26.40	0.605	3.34[1]	Япония	Oshima, 1902
12.63	7.17	20.99	—	0.69	Дания, Hoffmansgave	Forchhammer, 1847
6.37	1.54	32.76	0.05	—	Западный берег Норвегии	Werenskiold, 1899
7.80	4.91	31.04	0.035	—	"	"
10.83	2.42	27.81	0.024	—	"	"
9.29	2.19	33.01	0.041	—	"	"

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Названия водорослей	Зола в сухом веществе	Na_2O	K_2O	MgO	CaO
Ecklonia buccinalis	11.83	20.20	22.66	6.17	26.16
„ *exasperata*		18.15	24.59	5.19	5.5
Fucus vesiculosus	13.89	24.54	15.23	7.16	9.78
„	12.33	20.34	—	15.19	16.77
„		23.45	14.65	6.94	10.90
„	15.19	20.47	6.24	6.62	14.59
„	16.88	19.70	21.41	5.96	9.12
„ (4)	16.18	18.92	8.67	10.54	14.93
„		22.44	16.97	6.61	7.18
„	(5.67)	9.63	8.98	10.91	25.77
„	15.30	34.12	17.25	10.91	7.49
„	(15.71)	8.67	10.06	14.45	19.49
„	(25.34)	26.29	7.62	0.84	3.53
„	27.22	15.70	4.85	9.17	28.45
„					
Среднее	16.37	20.35	11.99	8.77	14.00
Fucus serratus		11.31	14.14	12.98	18.70
„	13.89	31.37	4.51	11.66	16.36
„	17.41	29.67	7.99	4.43	9.76
„		24.00	15.22	7.21	9.25
„	14.19	14.32	5.64	11.52	18.99
„		29.30	4.85	10.10	14.33
Среднее	15.16	23.33	8.72	9.65	14.56
Ascophyllum nodosum		17.68	10.65	6.91	7.46
„	14.51	26.59	10.07	10.93	12.80
„	17.51	21.78	21.53	7.10	10.25
„	23.14	25.89	13.65	8.12	7.63
„					
Среднее	18.39	22.98	13.97	8.26	9.28

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

SO_3	P_2O_5	Cl	Fe_2O_3 (Al_2O_3)	SiO_2	Место сбора	Автор
15.98	3.69	1.09	—	4.05	Мыс Доброй Надежды	Forchhammer, 1847
14.98	0.75	15.62			Новый Южный Валлис	White, 1907
28.16	1.36	15.24	0.33	1.35	Шотландия, западный берег	Gödechens, 1845
30.94	—	6.00	4.42	7.69	Англия, бл. Ливерпуля	James, 1845
24.03	2.26	16.40	0.56	1.38		Griffiths, 1883
26.27	2.23	26.11	1.11	2.62	Берег Ля-Манш-Фекамп	Marchand, 1865
28.64	2.19	15.10	0.37	0.70	Шотландия	Anderson, 1856
32.56	2.19	1.90	8.26	—		Bergstrand, 1872
22.76	2.38	21.46	0.18	0.27		Schweitzer, 1845
26.22	5.18	2.10	—	11.00	Дания, Таарбек	Forchhammer, 1847
13.46	5.46	15.03	—	—	Гренландия	„
13.44	5.86	24.52	2.35	1.40[1]	Балтийское море, Эзель	Sengbusch, 1894
11.42	2.86	18.68	8.58	16.55	Лагуны Венеции	Sestini, Bomboletti, Del Torre, 1878
20.26	1.66	19.92	0.93	2.04	Балтийское море, Варнов	Vibrans, 1873
					Атлантический океан (Америка, Мильфорд)	по Cameron
25.21	3.05	15.03	2.71	4.49		
29.30	1.74	8.23	1.98	1.12	Балтийское море, о-в Рюген	Beckmann u. Bark, 1916
21.06	4.40	11.39	0.34	0.43	Шотландия, западный берег	Gödechens, 1845
19.34	2.46	27.62	0.72	1.38	Нормандия	Marchand, 1865
17.43	2.42	23.53	0.32	0.38		Schweitzer, 1845
29.00	2.03	20.04	1.09	1.16	Балтийское море, Варнов	Vibrans, 1873
20.30	3.80	15.42	0.49	1.46		Griffiths, 1883
22.74	2.81	17.60	0.82	0.99		
32.04	0.88	13.32	10.86	0.12	Берег Норвегии	Beckmann u. Bark, 1916
26.62	1.52	12.24	0.29	1.20	Шотландия, западн. бер.	Gödechens, 1845
23.47	1.83	14.77	0.28	0.41	Шотландия	Anderson, 1857
25.76	1.66	18.39	0.49	3.09	„	Jenkins, 1877
					Атл. бер. Амер., Мильфорд	по Cameron
26.97	1.47	14.68	2.98	1.20		

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Названия водорослей	Зола в сухом веществе	Na_2O	K_2O	MgO	CaO
Fucus[1] sp.		8.1	17.1	2.26	5.21
Cystoseira sp.	16.05	7.61	5.07	5.66	39.99
Sargassum vulgare	15.52	4.68	4.20	3.70	56.8
»	24.58	23.72	20.40	4.02	17.90
Sargassum bacciferum	11.62	6.96	0.78	5.85	47.05
»	19.39	33.40	2.83	13.03	13.42
Halidrys siliquosa	11.19	15.49	15.41	7.55	10.12
Durvillea utilis	—	28.73	12.57	0.87	14.89
Cladostephus verticillatus	28.25[1]	4.97	4.46	—	22.8
Chorda fluminis	17.56	21.11	1.66	9.99	13.56
Padina pavonia	(58.90)	0.77	1.63	3.78	63.97
Desmarestia[1] sp.	—	5.3	20.5	1.38	2.47

Тоже, в % сухого веса

Laminaria digitata		3.08	4.17	1.04	1.02
» *saccharina*		—	10.12	0.91	2.37
» *Cloustonii*		—	7.47	0.37	1.65
Saccorhiza bulbosa		—	—	1.66	2.09
Fucus vesiculosus		4.38	5.40	0.644	1.038
» *serratus*		4.96	6.71	0.32	1.29
Ascophyllum nodosum		5.08	4.66	0.56	1.505
Cystoseira fibrosa		3.16	5.40	1.865	3.55
Halidrys siliquosa		2.03	4.03	0.81	1.315
Himanthalia lorea		6.07	9.42	0.378	2.06
Pelvetia caniculata		4.95	3.27	0.783	1.50
Chorda filum		6.45	14.22	1.08	2.965

[1] Данные приведены не в окислах, а в % элем. — Na, K и т. д.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

SO_3	P_2O_5	Cl	Fe_2O_3 (Al_2O_3)	SiO_2	Место сбора	Автор
—	0.78	17.34	1.48	—	Белое море	(из лаб. Северонод 1933)
17.14	2.17	1.39	1.81	19.47	Алжирский берег	Müller, 1894
18.85	1.92	1.75	2.66	5.85	»	»
14.65	1.84	17.47	—	—	Кампешский залив	Forchhammer, 1847
19.10	3.33	14.30	—	1.63	»	»
13.15	1.08	26.63	2.60	—		Corenwinder, 1865
17.89	2.95	37.24	2.39	1.50	Ла-Манш-Фекамп	Marchand, 1865
20.65	2.61	19.68	—	—	Берег Чили	Forchhammer, 1847
21.13	1.37	1.09	(10.0)	10.0	Берег Алжира [1]	Müller, 1894
31.70	2.07	18.30	0.22	4.37	Балтийское море	Vibrans, 1873
9.12	1.59	0.93	8.47	9.63	Берег Алжира	Müller, 1894
2.2	2.6	19.34	5.18 [2]		Белое море	(из лаб. Северонод, 1933)

То же, в % сухого веса

SO_3	P_2O_5	Cl	Fe_2O_3 (Al_2O_3)	SiO_2	Место сбора	Автор
2.08 [3]	0.41		0.55		Бретань	Vincent, 1924
5.50	0.65		1.75		»	»
2.64	0.09		2.06		»	»
2.03	0.383		0.75		»	»
5.94	0.458		0.85		»	»
3.12	0.532		1.145		»	»
5.53	0.25		0.43		»	»
3.89	0.38		—		»	»
4.13	0.25		0.30		Ла-Манш	»
3.51	0.21		—		Финистер	»
9.80	0.16		—		Ла-Манш	»
5.74	0.34		0.76		Бретань	»

[3] Vincent во всех анализах дает H_2SO_4.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Анализы относятся к водорослям, главным образом, умеренных и холодных областей европейского и северо-американского берегов. В целях наглядности, для тех видов, у которых имеется ряд анализов, мы даем средний состав, например, для *Fucus vesiculosus* и др. Все анализы, где это можно, были перечислены на состав „чистой" золы и выражены (в виде окисей), как это обычно принято, в процентах золы водоросли. Перечисление на живой вес большинства анализов сделать невозможно. Отнесение же анализов к золе водорослей позволяет воспользоваться максимальным числом анализов.[1] Из таблиц видно (см. ниже), что главную массу золы водорослей составляют щелочные элементы, около $^1/_3$ золы, а затем щелочно-земельные. Самый беглый просмотр данных убеждает в существовании различия в составе золы водорослей разных семейств и родов, например, между всеми *Laminariaceae*, с одной, и *Fucaceae* — с другой стороны. Для более близкого ознакомления с этими характерными отличиями в составе рассмотрим сейчас содержание каждого из названных химических элементов независимо в различных видах *Phaeophyceae*, *Rhodophyceae* и *Chlorophyceae*.

6. Phaeophyceae. Содержание Na и K

Высокое содержание Na в морских водорослях не требует особого объяснения. В золе водорослей его содержание в виде ли Na_2SO_4 или NaCl достигает иногда 30 и больше процентов.[2] Соли K, которых в морской воде в десятки раз меньше, чем Na, — также концентрируются водорослями. Больше того, во многих водорослях оказалось K больше Na. Однако содержание щелочей Na и K в различных видах неодинаково. Прежде всего возникает вопрос об отношении Na и K в отдельных видах водорослей, в частности у *Phaeophyceae*. На первый взгляд (см. табл. 15) как будто бы и не наблюдается какой-либо правильности. У одного и того же вида, у разных авторов, преобладает то Na, то K. Заметим, что данные для K более близки к действительности. Na определялся зачастую по разности[3] или еще более неточно по количеству Cl. В то же время количество NaCl может сильно колебаться в зависимости и от приемов сбора и подготовки водорослей к анализу. Морская вода, содержащая в среднем около 3.8% NaCl, не может быть полностью удалена с поверхности свежих водорослей. Но и это была бы не беда, если бы при ее удалении пользовались однообразным испытанным приемом. Однако это не так. Одни авторы только отряхивают водоросли от воды, другие удаляют воду при помощи фильтровальной бумаги и т. п. Напомним вновь, что непосредственных анализов Na очень немного. Что касается K, то его содержание в различных *Phaeophyceae* может быть иллюстрировано еще рядом других сериальных определе-

[1] Анализы Vincent не поддаются пересчету на золу, и потому мы их приводим, как они даны (на сух. вещ.). К сожалению, автором не указаны методы анализа.

[2] Находили Na в виде солей органических соединений. См. Hassid.

[3] Или по NaCl. См. ранние определения щелочей у Cadet и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ний (произведенных разными исследователями часто одновременно при определении ими P и N) помимо тех, что приведены в табл. 15. См. табл. 16.

Таблица 16

Содержание Na и K в бурых водорослях и др. (в $^0/_0{}^0/_0$ в золе)

Названия водорослей	Na	K	Место сбора	Автор
Phaeophyceae				
Laminaria saccharina	3.264	20.804		Bertrand et Perietzeanu, 1927
Pelvetia canaliculata	8.221	12.034		Bertrand et Perietzeanu, 1927
Padina pavonia	4.03	4.91	Banyuls-sur-Mer	Bertrand et Rosenblatt, 1928
Ascophyllum nodosum	19.24	11.70	Roscoff	Bertrand et Rosenblatt, 1927
Fucus serratus	18.59	15.63	„	Bertrand et Rosenblatt, 1928
„ *vesiculosus*	13.85	18.21	(Англия)	Barlow, 1911
„ *serratus*	13.14	18.0	„	„
Ascophyllum nodosum	17.16	14.27	„	„
Rhodophyceae				
Rhodymenia palmata	0.485	37.78		Bertrand et Perietzeanu, 1927

Кроме того см. определения K у Cuniasse, Kendrick, Shutt, Skinner a. Jackson, Johnson, Frisby и мн. др.

Анализы Bertrand и его сотрудников, которые частично приведены выше, представляют особый интерес, во-первых, потому, что Na был ими определен непосредственно, и, во-вторых, подготовка водорослей была однообразна. Просмотрев довольно многочисленные анализы на K и Na, мы дол-

Таблица 17

Состав золы (растворимой части) гигантских водорослей и выцветов солей[1]

Название вида	CO_2	SO_4	Cl	K	KCl
Nereocystis luetkeana (лист)	0.52	5.26	46.52	36.55	71.0
Nereocystis luetkeana (выцветы)	0.08	0.09	47.74		
Pelagophycus porra (лист)	0.83	6.77	45.72	31.41	49.24 (+12.47 K_2SO_4)
Pelagophycus porra (выцветы)	0.00	0.79	47.22	51.62	98.72

[1] Выцветами называют выкристаллизовавшиеся соли на водорослях при их высушивании. См. анализы выцветов наших *Laminariae* у В. Виноградова.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

жны сказать, что у многих видов водорослей преобладание K совершенно очевидно и постоянно, так, например, у большинства видов *Laminariaceae.*

Косвенное доказательство преобладания K над Na в опытах с водорослями представлялось много раз. Так, например, уже из опытов Stanford и др., которые многократным намачиванием *Laminariae* и *Fucus* и др. в воде добивались почти полного извлечения растворимых солей, следовало, что соли Na вымываются ранее. Нужно поэтому предполагать, что в первую очередь при этом отмываются соли с поверхности водоросли, относящиеся в известной мере к морской воде.

Более убедительные результаты были получены Balch, а затем Burd и др. (см. также у Cameron F.) при отмывании так называемых гигантских водорослей из сем. *Lessonioideae* с Калифорнийского берега С. Америки. Главная масса растворимых солей из них состояла из KCl, а выцветы на этих же водорослях были химически чистым KCl. В гигантских водорослях K оказался господствующим элементом.

Из интересных анализов Hendrick растворимой части золы *Phaeophyceae* также видно преобладание K над Na у *Laminariae.* Калищев, Лясота и др. дали аналогичные анализы для других водорослей (табл. 18).

Таблица 18

Химический состав растворимой (в воде) части золы различных водорослей (в $\%$ растворимых солей (без CO_2)

Название вида	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	SO_3	Cl	Место сбора	Авторы
Laminaria Cloust. (стебель)	18.14	36.89			9.68	35.28	Scottland	Hendrick, 1916
Laminaria Cloust. (листья)	22.69	27.45			17.49	32.15	„	Hendrick, 1916
Laminaria flexicaul. (стебель)	16.83	39.62			6.15	37.36	„	Hendrick, 1916
Laminaria flexicaul. (листья)	27.83	24.22			12.88	35.05	„	Hendrick, 1916
Lamin. sacchar. (8)	21.30	38.72			6.41	31.68	Тихий океан. поб., вблизи Владивостока	Калищев,[1] 1926
Lamin. japonica .	18.22	41.22			6.24	32.86	Тихий океан. поб., вблизи Владивостока	Лясота, 1926
Fucus serratus . .	27.23	22.42			23.11	27.23	Scottland	Hendrick, 1916
„ *vesiculos.* .	26.67	18.43			34.51	20.39	„	Hendrick, 1916
Ascophyllum nod. .	30.93	15.86			30.93	20.28	„	Hendrick, 1916
Cystoseira barbata .	23.44	24.72	0.41	0.42	23.61	26.82	Черное море	Шкателов, 1917
Различные водоросли (varech) (2)	11.54	29.53		0.33	7.91	49.62	Испания	Боде?

[1] В анализах приводится содержание CO_2.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Bertrand с сотрудниками в последних работах повторил определение щелочей при многократных промываниях водорослей водой и получил следующие результаты (табл. 19).

Таблица 19

Извлечение дестиллированной водой Na и K из бурых водорослей

Названия водорослей	Na	K	Названия водорослей	Na	K
Padina pavonia	4.03[1]	4.91[1]	*Fucus serratus*	18.59[1]	15.63[1]
Padina pavonia, 1-е вымывание	1.14	3.79	*Fucus serratus*, 1-е вымывание	16.14	17.61
Padina pavonia, 2-е вымывание	0.94	3.95	*Fucus serratus*, 2-е вымывание	15.65	16.53
Padina pavonia, 3-е вымывание	0.42	1.51	*Fucus serratus*, 5-е вымывание	15.36	17.39
Pelvetia canaliculata . .	15.41[1]	9.25[1]	*Fucus platicarpus*, 1-е промывание	17.77	15.18
Pelvetia canaliculata, 1-е вымывание	15.66	9.27	*Fucus vesiculosus*, 1-е промывание	14.87	20.63
Pelvetia canaliculata, 2-е вымывание	15.88	9.80	*Cystoseira fibrosa*, 3-е промывание	2.76	18.79
Pelvetia canaliculata, 5-е вымывание	15.75	9.77	*Himanthalia lorea*, 3-е промывание	13.88	24.77
Ascophyllum nodosum . .	19.24[1]	11.70[1]	*Laminaria flexicaulis*, 3-е промывание	13.03	12.36
Ascophyllum nodosum, 1-е вымывание	18.80	12.83	*Laminaria saccharina*, 3-е промывание	12.27	17.15
Ascophyllum nodosum, 2-е вымывание	18.63	10.95			
Ascophyllum nodosum, 5-е вымывание	18.68	10.56			

Очень показательно, что соли K менее быстро поддаются вымыванию непосредственно из водорослей, чем соли Na. Имеет значение, очевидно, разная проницаемость тканей водорослей для Na˙ и K˙. Например, у *Fucus* и *Ascophyllum* с более плотным наружным эпителиальным слоем соли K и Na вообще с трудом отмываются и переходят в воду. Как известно, эти водоросли обитают в приливно-отливной зоне и определенную часть времени находятся вне воды. Подобно этому и другие ионы (напр. J) у этих водорослей отмываются труднее (см. стр. 171).

Преобладание K над Na в видах *Phaeophyceae* было замечено еще в начале девятнадцатого века. Не остается сомнения, что, вероятно, большинство водорослей из *Phaeophyceae*, подобно наземной флоре, богаче K, чем Na, и только методические затруднения не позволяют этот вывод перенести на всех представителей морской флоры.[2] При анализах *kelp*'а из разных

[1] Первоначальное содержание щелочей в процентах к золе.

[2] По поводу содержания Na и K в *Cyanophyceae* см. ниже. Смотри также опыты Vincent с культурами *Laminariae*, извлекавшими почти весь K.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

мест (Lf. 254, Balch) наиболее богатым солями оказался *kelp* с Тихоокеанского побережья Америки и Канады. Впервые Balch, как мы видели, нашел в 1909 г. отсюда водоросли с исключительным содержанием K и с меньшим содержании Na (4:1); это были так называемые гигантские водоросли Калифорнийского берега и Аляски: *Pelagophycus porra*, *Nereocystis Luetkeana*, *Macrocystis pyrifera*. Содержание K_2O доходит до 40% золы, или до 2% на живой вес этих водорослей, причем форма более северная — *Nereocystis* богаче KCl, нежели более южная *Macrocystis* и *Pelagophycus*, что следует из данных Cameron, Parker и Lindemuth, хотя у Turrentine средние данные для K выше несколько у *Macrocystis*, чем у *Nereocystis*, но противоречия тут нет. Во-первых, для *Nereocystis* у него всего 6 определений.[1] Затем автор сам отмечает в отдельных случаях исключительное богатство KCl *Nereocystis* сравнительно с другими. Следовательно, *Nereocystis* — самая богатая K водоросль из всех известных. По Merz стебли *Nereocystis* и *Macrocystis* богаче K, чем пластинки.

В настоящее время эти виды разрабатываются в Америке на калиевые соли.[2] Другие *Laminariaceae* несколько менее богаты калием, чем гигантские водоросли, но и для них преобладание K в определенных видах бесспорно. Мы имеем в виду виды *Laminariae* — *Lam. digitata*, *L. saccharina* и многие др. (см. табл. 15 и др.).

В анализах для видов *Fucaceae* нет этой отчетливости — преобладания того или иного элемента (сравни K у *Pelvetiae* и у *Cystoseirae*[3]), в общем же они и менее богаты щелочами, чем, например, *Laminariae*. Для других семейств *Phaeophyceae* нет достаточных наблюдений, но очень вероятно, что и среди них окажутся виды с явно преобладающим содержанием калия; укажем как на пример на виды *Lessoniae*.

Sauvageau и Deniges наблюдали выцветы из чистого хлористого калия у *Cystoseira opuntioides*, *C. stricta*, *C. sedoides*, тогда как в видах *C. fibrosa*, *C. foeniculaceae* и др. вместо хлористого калия в выцветах находился маннит, а у видов *C. myriophylloides*, *C. abratonifolia* и др. — то и другое вместе. О выцветах гигантских водорослей *Laminariae* мы уже говорили выше.

Основываясь на всех известных фактах, следует считать, что *Phaeophyceae* обычно богаче калием, чем натрием, а для ряда семейств *Phaeophyceae* содержание калия очень велико и явно преобладает над натрием. Водоросли, обитая в среде, богатой натрием, концентрируют калий. Резкое уменьшение щелочей и калия, в частности, отмечается у видов, инкрустированных $CaCO_3$, т. е. в водорослях по преимуществу из более низких широт.

[1] Как будто бы в *Nereocystis* содержание K более колеблется, чем в других водорослях.

[2] Заметим, кстати, что квасцовые сланцы, встречающиеся в пермо-карбоне в разных местах (напр. в Скандинавии) и содержащие остатки водорослей, содержат много K.

[3] Очень своеобразные соотношения натрия и калия в приведенном примере *Pelvetiae* и *Cystoseirae* могут быть объяснены либо специфическим (видовым) характером содержания этих щелочей, либо эти различия обусловливаются возрастом, сезоном и т. п.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

В итоге *Phaeophyceae* по количеству калия в них можно разделить на несколько групп:

1. Концентраторы калия . . . . роды *Macrocystis*, *Nereocystis*, *Pelagophycus* и др.
2. Богатые калием . . . . роды, у которых K > Na, *Laminariae*
3. С обычным содержанием калия . . . . . например, многие *Fucaceae* K = Na
4. Обедненные калием . . . . редкие из *Phaeophyceae*, главным образом инкрустирующие (*Padina pavonia* и др.).

7. Phaeophyceae. Содержание Ca и Mg

Содержание кальция и магния в золе водорослей, как это видно из табл. 15, составляет порядок целых процентов и колеблется в довольно широких пределах. В общем кальций преобладает в водорослях над магнием. Специальных анализов, которые бы выяснили более совершенно отношение кальция к магнию, — неизвестно. Помимо тех анализов, которые приведены в табл. 15, данные для кальция можно найти и в других, менее полных анализах водорослей, напр. у Raben и многих других.

Но они не изменят картины. Для магния известны сериальные определения в водорослях, полученные Javillier (см. табл. 20).

Таблица 20

Содержание Mg в водорослях

Названия водорослей	Количество Mg в % в золе
Phaeophyceae	
Fucus vesiculosus	4.29
Ascophyllum nodosum	6.55
Laminaria digitata	4.48
Rhodophyceae	
Chondrus crispus	6.81
Ceramium rubrum	1.14

Для Mg наблюдается известное однообразие. Содержание его во всех *Phaeophyceae* не превышает 5—10% в золе или до 0.5% в живом веществе и имеет значительно меньший размах колебаний, чем то известно для Ca. Те же отношения Ca/Mg имеют место и у наземных растений.[1] Количество Mg не повышается у видов *Phaeophyceae*, если они даже почему-либо обогащаются Ca, и даже в этом случае иногда несколько уменьшается, например, у *Padina pavonia*, *Sargassum vulgare*, *Cystoslira* (табл. 15).

[1] Исключение составляют семена, где Mg преобладает над Ca.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Повышение против среднего обычного содержания Ca для видов *Phaeophyceae* не является характерным. Процесс отложения $CaCO_3$ (кальцификация)[1] может быть отмечен для очень немногих видов этого класса. Этого и следовало ожидать заранее, поскольку многочисленные виды из родов *Laminariae*, *Fucus*, *Desmarestiae* и др. имеют распространение преимущественно в более высоких широтах — в умеренных и холодных областях моря. Здесь обмен Ca не проявляется с той интенсивностью, с какой наблюдается под тропиками и в теплых морях. В соответствии с этим виды *Phaeophyceae*, обитающие преимущественно в теплых и жарких областях моря, обнаруживают склонность к накоплению $CaCO_3$. Из данных табл. 15 видно, что *Padina pavonia* и возможно другие *Dictyotaceae* (и отчасти виды *Sargassum*, *Cystoseira*) содержат довольно часто сравнительно больше $CaCO_3$, чем другие *Phaeophyceae*. Однако только для *Padinae pavoniae*[2] отмечается участие в образовании известковых отложений. Для других видов *Dictyotaceae* анализы неизвестны. Другие виды из теплого моря как правило содержат Ca в обычных для всех *Phaeophyceae* количествах.[3] Минералогический характер отложений $CaCO_3$ в *Phaeophyceae* (*Padina pavon.*) не известен, но, исходя из состава золы, вероятно, аморфная форма $CaCO_3$, либо — арагонит. Mg и Ca связаны в водорослях с ионами Cl′, SO_4'', PO_4'' и различными органическими кислотами. Указаны Mg и Ca — белковые соединения (и Ca-пектинаты, — Molisch, Wille, Kylin, Bird a. Haas); Read a. How определяли различные формы состояния Ca в водорослях (Ca — органические соединения и т. п.); см. об отношениях Mg к Ca в клеточном соке водорослей на стр. 141.

В итоге мы должны заметить, что обмен Ca (и Mg) у *Phaeophyceae* не играет той роли, какую он занимает в других классах водорослей. Его нельзя также здесь сравнить и с обменом K — исключительной геохимической функцией большинства *Phaeophyceae*.

8. Phaeophyceae. Содержание S, Cl, P

Из анализов растворимой части золы водорослей, а также анализов клеточного сока водорослей, видно, что фосфор и сера частично находятся в виде PO_4 и SO_4. Другие формы нахождения P и S в водорослях (органические соединения) менее известны. Поэтому анализы золы водорослей на фосфор, серу и хлор, как это обычно делается, еще не вполне указывают на действительные содержания этих элементов в водорослях. И фосфор, и еще больше сера, на что неоднократно обращалось внимание (Berthelot, Bertrand), при непосредственном сжигании водорослей и других организмов

[1] См. подробнее об инкрустации, кальцификации и т. п. в гл. XIV.

[2] Forchhammer нашел в золе *Padina pav.* 72, 72⁰/₀ CaO.

[3] У Wheelera, Hartwill, Vibrans, Forchhammer и др. — водоросли из Балтийского моря относительно других больше содержат Ca. Здесь не исключено загрязнение, хотя следует отметить регулярное увеличение содержания $CaCO_3$ (и Fe_2O_3) у водорослей из опресненных водоемов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

теряются. Тот, кто работал с водорослями, замечал выделение H_2S из золы водорослей при обработке ее кислотой. Поэтому все определения серы в водорослях (и в меньшей степени P) следует рассматривать как минимальные данные. Еще Sengbusch в 1894 г. отмечал увеличение S при анализе *Fucus vesiculosus*, когда он применил метод определения, исключавший потерю серы (сплавление с щелочами). Он получил S, исходя из золы водоросли, около 2% SO_3 на сухое вещество, а во втором случае (исходя из сухого) до 8%. То же наблюдал Church для *Chondrus crispus*[1] — из золы 2.64% S, а из сухого 6.41% S. Hoagland и Read a. How дали серию определений серы, исходя из сухого вещества водорослей.

Таблица 21

Содержание S в различных водорослях (в %% сухого вещества)

Название вида	% S	Авторы
Macrocystis pyrifera, стебли (2)	0.77	Hoagland, 1915
„ листья (2)	1.20	„
„ (3)	1.04	Turrentine, 1912
Nereocystis luetkeana, стебли	0.45	Hoagland, 1915
„ листья	1.27	„
Nereocystis luetkeana (2)	0.55	Turrentine, 1912
Pelagophycus porra, стебли	0.71	Hoagland, 1915
„ листья	1.03	„
Pelagophycus porra	0.93	Turrentine, 1912
Laminaria Andersonii	2.12	Hoagland, 1915
„ *japonica*	0.65	Read a. How, 1927
„ *religiosa*	0.63	„
Egregia Menziesii	1.17	Hoagland, 1915
Sargassum siliquastum	0.70	Read a. How, 1927
Irideae sp. (*Rhodophyceae*)	8.16	Hoagland, 1915

Hoagland отмечает преобладание в водорослях серы органических соединений. Общее содержание S в водорослях ставит их по этому признаку в первые ряды организмов, участвующих в геохимическом обмене серы в природе. Других столь богатых S организмов назвать трудно, исключая, конечно, серобактерии. Водоросли извлекают SO_4'' из морской воды и частично редуцируют сульфаты до S — органических веществ.[2] Дальнейшая история S в водорослях мало изучена, равно как почти не затронут вопрос об истории серы водорослей после их гибели. См. по этому поводу соображения Forchhammer.

[1] Из Rhodophyceae.

[2] Haas с сотрудниками считает, что S в водорослях находится в виде $R\langle{}^{OSO_2O}_{OSO_2O}\rangle Ca$; где R — углевод; по Nelson a. Cretcher — в виде R—O—SO_2—(OH) сульфата метил пентозы. См. Neuberg и Ohll и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Обращает внимание различие в содержании серы у двух родов *Laminariae* и *Fucus*. Причем в соответствии с меньшим содержанием S (сульфатов, SO_4) у *Laminariae*, чем у *Fucus*, у первых больше Cl. Иными словами, отмеченное уже выше богатство K видов гигантских водорослей и *Laminariae* по существу есть богатство их KCl. Отсюда следует, что *Fucaceae* богаче, вероятно, S вообще и SO_4'' в частности. Табл. 21 и 22 подтверждают эти соображения. Различия эти еще более рельефно выступают в анализах Hendrick (табл. 18). Отсюда следует допустить, что различные водоросли имеют в растворе тканей своеобразные, им привычные комбинации ионов.

Read и How нашли:

Таблица 22

	Laminaria japonica	*Laminaria religiosa*	*Sargassum siliquastum*
Свободнораств. в воде SO_4''	0.0	0.05	0.35
Растворим. в кисл. SO_4''	0.6	0.0	0.53
S-эфиро-серн. соед. (SO_4)	1.04	1.64	0.64
Нейтральн. S (белк.) (SO_4)	0.29	0.2	0.55

Мы уже отметили зависимость содержания Cl' от количества SO_4'' и связь их с содержанием в водорослях K˙. Если исключить данные Forchhammer для фосфора (как относящиеся собственно к сумме фосфатов) и некоторые для японских водорослей, из идущих в пищу (напр., *Capea elongata* содержит до 11.22%! P_2O_5),[1] то среднее содержание фосфора в *Phaeophyceae* составляет около 2% P_2O_5 в золе или около 0.1% P в живом веществе. Отклонения обычно не велики, напоминая в этом смысле содержание Mg. Можно привести еще целый ряд анализов помимо указанных в табл. 15. Все эти данные могут быть взяты из более полных систематических анализов того или иного вида. Отдельных сериальных определений P в водорослях почти не известно (см. у Cullen). L. Cayeux находил для водорослей *Fucus*, *Laminaria*, *Pelvetia* из Saint-Servan-sur-mer P_2O_5 в сух. вещ. от 0.23 до 1.46% (табл. 23).

В анализах Schweitzer, Marchand, Russel, Brand и Raben, Vincent и других, как правило, виды *Laminariaceae* несколько богаче фосфором, чем другие *Phaeophyceae*. Обращает внимание *Egregia laevigata* и *E. Menziesii* в анализах Turrentine, Cameron и Burd по относительно большему содержанию P.

Качественно распределение фосфатов в водорослях изучалось Kylin.

[1] Очевидно в этом случае анализировалась не водоросль, а продукт из нее. Высокое содержание P в культивируемых водорослях — см. Warington — *Porphyrae* и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 23

Содержание P в *Phaeophyceae* (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)

Названия водорослей	P	Место сбора	Автор
Macrocystis pyrifera (4)	0.44	Калифорния	Cullen, 1912
„ (лист 19)	0.38	„	Burd, 1915
„ (стебель 19)	0.24	„	„
Nereocystis luetkeana (2)	0.34	„	Cullen, 1912
„ (лист 13)	0.37	„	Burd, 1915
„ (стебель 13)	0·23	„	„
Pelagophycus porra	0.22	„	Cullen, 1912
„ (лист 5)	0.36	„	Burd, 1915
„ (стебель 5)	0.24	„	„
Egregia laevigata (2)	0.49	„	„
Egregia Menziesii (3)	0.55	„	„
„	0.78	„	Cullen, 1912
Postelsia palmata	0.45	„	„
Laminaria Andersonii	0.33	„	Burd, 1915

9. Phaeophyceae. Сезонные изменения в содержании Na, K, Ca, Mg, P, S и Cl

Параллельно с изменением общего содержания воды и золы (см. стр. 95) у водорослей в течение года происходят изменения и в содержании отдельных химических элементов, достаточно еще не изученные (табл. 24).

По имеющимся немногочисленным данным увеличение содержания K, P, Ca в общем приходится на весенние месяцы, апрель—март, и вероятно уменьшается постепенно до зимы, после чего вновь начинает увеличиваться содержание воды в водорослях (март) и вместе с ней поступают и растворимые в морской воде соли. Этот процесс, очевидно, для разных широт сдвинут в ту или иную сторону и зависит кроме того, вероятно еще от времени спорообразования, различного у того или иного вида. Калищев произвел определения *Laminaria* с тихоокеанского побережья (вблизи Владивостока) за июль—октябрь. Резких изменений в составе растворимых зольных частей *Laminaria* отметить нельзя.

10. Rhodophyceae. Содержание K, Na, Ca, Mg, P, S и Cl

Анализов, относящихся к этому классу водорослей, во много раз меньше, чем для видов *Phaeophyceae*. К тому же они единичны — относятся к различным видам. И здесь значительно труднее составить представление о связи определенного состава с тем или иным видом водорослей, нежели то можно было сделать, хотя бы и далеко неудовлетворительно,

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 24

Изменение состава золы водорослей в течение сезона (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)

Названия водорослей	K_2O			MgO			CaO			P_2O_5			Сухое вещество			Авторы
	Месяцы			Месяцы			Месяцы			Месяцы			Месяцы			
	Январь	Март	Сентябрь—октябрь	Январь	Март	Сентябрь—октябрь	Январь	Март	Сентябрь—октябрь	Январь	Март	Сентябрь—октябрь	Январь	Март	Сентябрь—октябрь	
Laminaria saccharina	—	2.83	0.80		1.55	1.39		2.76	3.28		0.46	0.35	12.15	6.10	17.78	Wheeler a. Hartwell, 1893
Leminaria digitata	3.92	—	0.68	1.83	—	1.30	2.87	—	2.57	0.58		0.23	12.66	7.06	17.78	Wheeler a. Hartwell, 1893
"	—	3.45	2.34	—	—	—	—	1.96	1.65	—	1.29	1.65	—	13.0	18.0	Tom, 1905
Ascophyllum nodosum	2.93	2.77	2.74	1.54	1.50	1.54	2.03	2.10	2.28	0.38	0.38	0.30	21.13	19.76	27.32	Wheeler a. Hartwell, 1893
Fucus vesiculosus	2.05	2.77	3.14	1.24	1.34	1.22	1.67	2.04	1.84	0.45	0.60	0.40	24.81	16.51	29.02	Wheeler a. Hartwell, 1893
"	—	2.62	2.50	—	—	—	—	1.30	1.30	—	0.36	0.85	—	22.6	23.6	Tom, 1905
Chondrus crispus	5.11	3.67	3.69	1.37	1.49	1.37	2.68	1.09	2.07	0.69	0.57	0.40	28.61	17.88	25.39	Wheeler a. Hartwell, 1893
Phyllophora membranifera	2.28	2.80	3.62	2.03	2.34	1.66	15.71	19.20	8.99	0.39	0.41	0.48	35.76	37.68	28.03	Wheeler a. Hartwell, 1893

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

в отношении некоторых *Phaeophyceae*. Единственно несомненным является для многих *Rhodophyceae* более сильно выраженная, чем у *Phaeophyceae*, Са-функция. Для *Phaeophyceae*, как мы уже говорили, можно считать наиболее важным участие их в К-обмене (помимо S, J и некоторых других, общих в той или иной мере всем водорослям). У *Rhodophyceae* руководящим химическим элементом является Са, а затем для определенных видов и Mg. У *Rhodophyceae* Са — функция дифференцирована. Удобно по отношению к накоплению Са все *Rhodophyceae* разбить по этому признаку на три группы.

1-я группа — это большинство водорослей из *Rhodophyceae*: роды — *Chondrus*, *Delesseria*, *Polysiphonia*, *Nithophyllum* и др. Содержание Са в них напоминает его содержание в *Phaeophyceae* (обычное для всех водорослей).

2-я группа — концентрирующая Са и отлагающая его в виде инкрустаций $CaCO_3$ — (вероятно в виде арагонита); это виды родов: *Galaxaurae*, *Laurenciae*, *Liagorae* и др.

3-я группа — собственно кальциевые, или вернее известково-магнезиальные водоросли, концентрирующие $CaCO_3$ (и $MgCO_3$) в виде кальцита. Это виды *Corallinaceae*.

Сначала мы рассмотрим подробнее первые две группы.

Качественные пробы см. у Herberger, O'Shaugnessy, Riegel, Bley, C. Schmidt, Nygörd, Fremy (1923; пресноводные). Виды, которые мы относим по содержанию к первой или второй группе, не являются резко обособленными ни в химическом, ни в систематическом отношении. С химической стороны найдутся виды с переходным количеством Са (см., например, *Ceramium*, *Iridaea*, *Rhodomela* и др.).

С систематической стороны очень часто ряд видов одного рода или семейства попадает в первую группу, а ряд других видов того же рода во вторую группу. Различия морфологические в этом случае усугубляются своеобразием химического состава, что обычно связано и с различной широтой местообитания этих видов (сравни, например, разные виды *Laurencia* и *Polysiphonia* и др.). Первая группа, как мы уже сказали, содержит Са и Mg в количествах, подобных подавляющему большинству[1] *Phaeophyceae* (табл. 25).

Виды *Rhodophyceae* из теплых вод, которые можно отнести к первой группе, имеют тенденцию обогащаться Са. Однако этот признак в них не получает окончательного оформления. Содержание Са в них резко колеблется, например у *Gracilariae*, *Phyllophorae* (см. Müller).

Иное во второй группе. Еще Schweigger в 1819 и Kützing в 1854 г. отметили инкрустацию $CaCO_3$ у *Liagora viscida*. Damour дал первые анализы водорослей, относимых нами к 2-й группе, а именно *Galaxaurae*.[2] Целый ряд других видов, близких названным — *Laurencia*, *Peyssonnelia calcea*, *Cruoriella* и ряд видов из *Nemalionales* — помимо *Galaxaura* и *Liagora* — *Batrachospermum*, *Wrangelia penicillata* и др., концентрируют

[1] В так называемых tengusa (*Gelidium*), yegenori (*Camphylophora hypnaecoides*) и ogonori (*Gracilaria*) Matsui нашел больше Mg, чем Са.

[2] См. Kohl — *Galaxaura rigida*, *G. rugosa*, *G. lapidescens*.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Химический состав золы *Rhodo*

Названия водорослей	Зола (в % сух.)	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	S
Chondrus crispus	20.61	18.73	17.32	11.35	7.16	41.
»						
Chondrus plicatus	8.37	26.93	9.08	8.12	16.50	19.
Furcellaria fastigiata	18.92	23.47	20.24	10.46	7.25	30.
»	29.28	15.71	9.24	8.23	17.35	36.
Delesseria sanguinea	11.61	23.17	14.90	6.46	4.35	44.
»	39.52	20.59	8.61	1.87	16.53	2.
Polysiphonia elongata	15.17	13.33	22.61	15.30	4.47	30.
Gracilaria armata	(12.12)	6.91	8.09	3.55	26.98	25.
» *confervoides* (*Sphaerococcus*) . . .	—	26.37	3.94	2.00	6.25	7.
Iridaea edulis	9.86	16.93	23.42	?	20.46	25.
Ceramium rubrum	14.34	23.94	7.08	1.91	17.44	30.
Galaxaura fragilis		1.56	2.18	0.85	88.6	(2.2
Laurencia obtusa	(42.60)	3.36	2.52	4.18	63.35	13.7
Liagora viscida	(64.7)	1.96	1.41	0.72	82.38	1[illegible]
То же в % сухого вещества						
Chondrus crispus		9.15	3.03	1.090	0.655	8.6
Furcellaria fastigiata		8.23	8.16	0.72	0.88	6.2
Rhodomela pinastroides		4.62	11.74	0.382	4.85	8.7
Nithophyllum punctatum		8.76	11.63	0.526	0.287	1.2
Soliera chordalis		18.15	17.75	0.66	0.459	8.0
Rhodymenia palmata		3.00	10.80	0.83	1.75	1.4

Таблица 26

Содержание P в *Rhodophyceae*

Названия водорослей	Место сбора	% P в сухом	Авторы
Rhodymenia palmata (2) . . .	Rhode Island	0.30	Wheeler a. Hartwell, 1893
Polyides rotundus	»	0.26	»
Iridaea sp.	Калифорния	0.30	Burd, 1915

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Rhodophyceae (в % % золы) Таблица 25

SO_3	P_2O_5	Cl	Fe_2O_3 (Al_2O_3)	SiO_2	Место сбора	Автор
41.24	0.41	3.79	—	—	Каттегат	Forchhammer, 1847
					Атлантический берег Америки (Мильфорд)	(по Cameron)
19.69	5.35	14.33	—	—	Дания, Hoffmansgave	„
30.92	2.21	5.24	—	0.21	Каттегат	„
36.62	1.94	8.39	1.17	2.75	Балтийское море	Vibrans, 1873
44.18	2.36	4.58	—	—	Каттегат	Forchhammer, 1847
2.44	46.49	3.31	0.63	0.30	Балтийское море	Vibrans, 1873
30.54	1.76	8.84	—	3.15	Дания, Hoffmansgave	Forchhammer, 1847
25.58	4.20	2.39	7.20	15.37	Берег Алжира	Müller, 1894
7.61	4.61	23.53	14.96	14.60	Лагуны Венеции	Sestini, Bomboletti, Del Torre, 1878
25.20	13.01	0.98	—	—	Каттегат	Forchhammer, 1847
30.89	2.95	17.65	1.02	1.05	Балтийское море, Варнов	Vibrans, 1873
(2.27)	—	2.50	—	2.03		Damour, 1851
13.70	2.11	сл.	4.18	6.60	Алжирский берег	Müller, 1894
10.69	0.99	0.52	0.79	0.34	„	„
То же в % сухого вещества						
8.64	—	—	—	—	Бретань	Vincent, 1924
6.22	0.367	—	—	—	„	„
8.710	0.088	—	—	—	„	„
1.22	0.362	—	—	—	„	„
8.03	0.254	—	—	—	„	„
1.423	0.567	—	0.628	—	„	„

$CaCO_3$. К сожалению, для них нет анализов (кроме качественных проб). $CaCO_3$ отлагается, по определениям Meigen, у *Galaxaurae*[1] в виде арагонита. В связи с увеличением Ca — у этих видов уменьшено содержание других элементов — щелочей, хлоридов и сульфатов.

Отношение K к Na, в водорослях 1-й и 2-й групп из имеющихся анализов неясно (см. табл. 22 и 14). Общее содержание щелочей напоминает содержание их у *Fucaceae*, т. е. исключительного накопления K, как это мы имели у гигантских *Laminariaceae* и даже *Laminariae*, здесь нет. Очень вероятно, что во многих видах будет наблюдаться преоблада-

[1] Для других — минералогический характер отложений $CaCO_3$ неизвестен. Очень вероятно, что это тоже арагонит.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Химический состав *Cora*

Названия водорослей	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	SO_3
Lithothamnium ramulosum			3.06	45.88	
„ sp.			1.90	48.09	
„ *nodosum*			2.66	47.14	
„ *glaciale* Kjell.			4.78	45.41	0.14
„ *kaiseri* Heydrich	1.10	0.24	7.69	40.76	0.78[2]
„ *erubescens* Foslie			7.52	42.96	0.61
Lithophyllum sp.	0.55	0.27	5.89	43.32	0.95
„ *pallescens* Foslie			6.42	40.39	0.71
„ *craspedium* Foslie			8.64	41.56	0.15
„ *craspedium* f. *mayorii*	2.06	0.25	8.0	42.22	0.81[2]
„ *daedaleum* Foslie a. Howe			8.14	40.48	0.44
„ *antillarum* Foslie a. Howe			7.24	43.34	0.57
„ *oncodes* Heydrich			8.07	42.57	0.27
„ *oncodes* (Heydrich) Foslie	1.42	0.45	6.65	43.78	0.87[2]
„ *intermedium* Foslie			7.25	42.55	0.02
„ *pachydermum* (молодой)			10.69	37.66	0.79
„ *tamiense* Heydrich			8.81	41.07	0.69
„ *pachydermum* Foslie			6.47	42.60	0.59
„ *pachydermum* (старый)			6.54	44.88	0.71
Lithophyllum kaiseri Heydrich			7.09	45.92	0.00
„	2.83	0.49	7.84	40.28	0.94[2]

[1] F_2O_3 без Al_2O_3
[2] SO_4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

...aceae (в %% сухого вещества)

Таблица 27

P_2O_5	Cl	Fe_2O_3 ($+Al_2O_3$)	SiO_2	CO_2 + орган. вещ.	Место сбора	Автор
		0.41[1]	1.91	44.98	Неаполитанский залив	Schwager, 1885
		0.28[1]	1.59	44.93	»	»
0.06		2.96		42.63		Gümbel, 1871
сл.		0.23	0.41	48.0	Ньюфаундлэнд	Clarke a. Wheeler, 1922
0.46			0.02	49.09	Tutuila	Lipman a. Shelley, 1924
сл.		0.12	0.19	47.89	Timor, Индийский Архипелаг	Clarke a. Wheeler, 1922
0.32	0.60	0.08	—	44.17	Средиземное море	Damour, 1851
0.11		0.22	1.01	49.94	Калифорния	Clarke a. Wheeler, 1922
0.03		0.09	0.03	48.37	О-в Пальмира	Clarke a. Wheeler, 1922
0.38			0.28	46.95	Rose Atoll	Lipman a. Shelley, 1924
сл.		0.08	0.18	49.99	Порто-Рико	Clarke a. Wheeler, 1922
сл.		0.10	0.04	48.11	»	Clarke a. Wheeler, 1922
0.08		0.12	0.09	47.96	Coetivy Island Индийский ок.	Clarke a. Wheeler, 1922
0.25			0.06	47.29	Tutuila	Lipman a. Shelley, 1924
сл.		0.21	0.27	48.63	Ямайка	Clarke a. Wheeler, 1922
сл.		0.11	0.04	50.64	Багамские о-ва	Kamm, 1922
сл.		0.16	0.12	48.77	Новая Гвинея	Clarke a. Wheeler, 1922
0.00		0.08	0.04	49.55	Багамские о-ва	Clarke a. Wheeler, 1922
сл.		0.14	0.09	47.51	»	Kamm, 1922
сл.		0.28		45.72	Кокосовые о-ва	Chambers, 1922
0.38		—	0.18	49.79	Tutuila	Lipman a. Shelley, 1924

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Названия водорослей	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	SO_3
Lithophyllum kaiseri Heydrich	1.91	0.87	7.28	41.76	0.90[2]
Archaeolithothamnium episporum Howe . . .			5.93	44.80	0.53
Phymatolithon compactum Foslie			4.02	38.19	0.52
Goniolithon acropetum Foslie a. Howe			8.27	40.60	0.62
Lithophyllum proboscideum Mont.	2.78	0.34	3.88	40.31	0.97[2]
Goniolithon strictum Foslie			10.39	38.54	0.60[2]
„			10.93	38.03	0.61[2]
„ (молодой)			9.64	37.64	0.63
„ (старый)			10.26	38.25	0.67
Goniolithon frabescens Foslie			6.29	46.16	0.00
„ *orthoblastum* (Heydrich) Howe .			5.71	42.39	0.00
„ *fratescens* Foslie	1.57	0.38	7.28	41.76	0.91[2]
Lithothamnium crassa		0.96	1.90	40.60	6.89[3]
„ *calcareum*			2.13	48.35	0.96[3]
Amphiroa tribulus	0.89	0.39	8.83	39.74	1.05
„ *fragilissima* Lam.			6.71	34.82	0.56
„ *foliacea* Lam.	—	—	7.53	39.02	1.08[2]
Melobesia sp.	1.75	0.65	6.41	32.76	1.25

ние K, напр., для *Rhodymenia* (см. анализы Bertrand, Wheeler, Vincent, Butler) (12, 22% K на сухое!). Weevers нашел гистохимически K в спорах *Ceramium*, *Callithamnion* и в тканях других красных водорослей.

Таким образом увеличение в водорослях Ca ведет к уменьшению в них K и наоборот (*Laminariae*). Этот антагонизм имеет не только физиологическое значение, но и большое геохимическое. Содержание P в *Rhodophyceae* нередко выше его обычного содержания у других водорослей.[1]

[1] Мы не приводим анализов красных водорослей, заготовленных в пищу, где содержание P_2O_5 достигает 10 и больше процентов на сух. вещ. (в результате обработки и т. п.).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

P_2O_5	Cl	Fe_2O_3 ($+Al_2O_3$)	SiO_2	CO_2 + орган. вещ.	Место сбора	Автор
0.48			0.16	48.71	Tutuila	Lipman a. Sheeley, 1924
сл.		0.89	1.47	45.69	Панама	Clarke a. Wheeler, 1922
0.10		0.23	0.10	55.42	Ньюфаундлэнд	Clarke a. Wheeler, 1922
0.18		0.04	0.06	49.56	Порто-Рико	Clarke a. Wheeler, 1922
0.30		0.64[1]	8.38	42.31	Калифорния	Lipman a. Shelley, 1924
сл.		0.01	0.02	49.91	Багамские о-ва	Clarke a. Wheeler, 1922
сл.		0.05		49.91	Florida	Clarke a. Wheeler, 1922
0.00		0.32	0.02	51.14	Багамские о-ва	Kamm, 1922
0.00		0.57	0.08	48.76	„	„
сл.		0.07		46.7	Кокосовые о-ва	Chambers, 1922
сл.		0.11		50.97	О-в Мюррея	„
0.46			0.22	48.85	Tutuila	Lipman a. Shelley, 1924
0.03		1.93		10.39	Normandie	Vincent, 1924
сл.		0.9		0.45	Concarneau	„
0.27	0.53			45.73*	Антильские о-ва	Damour, 1851
сл.		1.31	2.82	48.78	Порто-Рико	Clarke a. Wheeler, 1922
0.35		0.64[1]	0.32	50.87	Tutuila	Lipman a. Shelley, 1924
0.38	0.34	0.20		49.88	Берег Алжира	Damour, 1851

Это особенно видно при расчете содержания P на сухое вещество, что отчасти зависит от малого относительно содержания в этих видах воды, например, в *Phyllophorae membranifera* (табл. 26).

Lamberg в пигментах, выделенных из *Porphyra tenera, Rhodomela,* нашел Ca, Mg, P (и Fe).

О сезонных изменениях химического состава см. табл. 24.

У *Rhodophyceae,* особенно в видах, не концентрирующих Ca, т. е. 1-й группы, содержание S достигает, повидимому, максимума. S в них больше, чем у всех других водорослей; так для *Iridaeae* Hoagland получил исключительно высокое содержание S, тоже Church для *Chondrus crispus,* Vincent для *Rhodomela pinastroides, Chondrus crispus, Soliera chordalis* и др. См. табл. 21 и 25.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 28

Содержание $MgCO_8$ и $CaCO_3$ в *Corallinaceae* из разных мест (в %% зольного остатка)

Названия водорослей	$MgCO_8$	$CaCO_3$	Широта [2]	Долгота	Название места сбора	Автор
Lithothamnium sp.	8.67	84.83	78° сев. ш.	(20° вост.)	Шпицберген	Högbom,[1] 1894
„ *soriferum*	9.56	80.90	75 „		Арктич. океан	„
„ *glaciale*	13.19	83.10	75 „		„	„
„ sp.	9.94	74.26	72 „		Берингов о-в	„
„ *fornicatum*	10.09	88.61			Берег Норвегии	Charf, 1911
„ *polymorphum*	9.10	74.22	57 „	12 „	Каттегат	Högbom, 1894
„ *polymorphum*	15.15	83.4	57 „	12 „	„	Vesterberg, 1900
„ *calcareum*	12.04	84.60	48°5′ „	4 зап.	Финистер (Isle Jlenan)	Charf, 1911
„ *calcareum*	12.4	85.1	48°5′ „		Ля-Манш	„
„ *calcareum*	12.52	87.48	48 „		Финистер (Roscoff)	Chalon, 1900
Lithophyllum incrustans	11.14	87.10	48 „	3 „	Ля-Манш (Gatteville)	Charf, 1911
Lithothamnium calcareum	12.70	87.30	48 „	3 „	Concarneau	Vincent, 1924
„ *crassa*	5.30	94.70		3 „	?	„
„ *glaciale* Kjellman	10.93	88.11	48 „	53 „	Ньюфаундлэнд (Topsail)	Clarke a. Wheeler, 1922
Phymatolithon compactum Foslie	10.93	87.21	48 „	55 „	Ньюфаундлэнд (Torbay)	„
Lithophyllum tortuosum	9.83	77.58	44 „	9 вост.	Генуя	Charf, 1911
Lithophyllum tortuosum (*L. cristatum* (Menegh) (Foslie)	14.12	73.91	43 „	3 „	Banyuls-sur-Mer	Nováček, R., 1930
Lithophyllum expansum (Phil.)	13.11	75.99	44 „	7 «	Villefranche	„
Lithothamnium polymorphum	13.76	74.15	43 „	3 „	Banyuls-sur-Mer	„
Corallina officinalis	11.13	72.12	43 „	3 „	„	„
Corallina officinalis	10.09	68.36			„	„
Lithophyllum incrustans	15.90	84.10	43 „	3 „	„	Chalon, 1910
Lithothamnium ramulosum	9,46	63.00	41 „	14 „	Неаполь	Högbom, 1894
„ *racemus*	11.33	77.39	41 „	14 „	„	„
„ *ramulosum*	6.81	86.90	41 „	14 „	„	Schwager, 1885
„ sp.	4.19	90.30	41 „	14 „	„	„
Lithophyllum tortuosum	12.35	87.65	41	14		[illegible]

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

„ *ramulosum*	6.81	86.90	41	„	14	„	„	Schwager, 1885
„ sp.	4.19	90.30	41	„	14	„	„	„
Lithophyllum torluosum	12.35	87.65	41	„	14	„	„	Chalon, 1911
Lithothamnium (calcareum)	12.76	86.36	40	„			Средиземное море	Damour, 1851
Lithophyllum proboscideum	8.15	72.0	37	„	122	зап.	Калифорния (Monterey)	Lipman a. Shelley, 1924
Melobesia sp.	14.44	84.36	36	„	3	вост.	Берег Алжира	Damour, 1851
Lithophyllum incrustans	10.73	85.08	33	„	7	зап.	Марроко (Mazagan)	Charf, 1911
Lithothamnium sp.	12.37	82.44	32	„	65	„	Бермудские острова	Högbom, 1894
„ *racemus*	5.35*		25	„	75	„	Багамские острова	Nichols, 1906
Goniolithon strictum Foslie	24.00	74.85	25	„	75	„	„	Clarke a. Wheeler, 1922
„ *strictum* (молодой)	22.98	75.42	25	„	75	„	„	Kamm, 1922
„ *strictum* (старый)	23.74	74.29	25	„	75	„	„	„
„ *strictum* Foslie	25.17	73.63	24	„	81	„	Soldiers Key, Florida	Clarke a. Wheeler, 1922
Lithophyllum pachydermum (молодой) .	24.95	73.65	25	„	75	„	Багамские острова	Kamm, 1922
„ *pachydermum* (старый) .	15.43	83.06	25	„	75	„	„	„
„ *pachydermum* Foslie . .	15.08	83.68	25	„	75	„	„	Clarke a. Wheeler, 1922
„ *pallescens* Foslie	15.46	81.48	24	„	110	„	Bay La-Paz, Калифорния	„
Lithothamnium sp.	25.32	73.23	23	„	80	„	Южная Флорида	Phillips,
Amphiroa tribulus	19.29	79.81	20	„		„	Антильские острова	Damour, 1851
Lithothamnium sp.	9.39	84.01	20	„	161	„	Гонолулу	Högbom, 1894
Goniolithon acropectum F. и Howe . .	19.24	79.05	18	„	68	„	Порто-Рико, Culebra Island	Clarke a. Wheeler, 1922
Lithophyllum daedadeum F. и Howe .	19.03	79.85	18	„	68	„	Порто-Рико, Salinas Bay	„
„ *antillarum* F. и Howe . .	16.35	82.46	18	„	68	„	Порто-Рико, Culebra Island	„
„ *intermedium* Foslie . . .	16.59	82.85	18	„	72	„	Ямайка, Kingston	„
Amphiroa fragilissima Lamx.	17.47	76.23	18	„	68	„	Порто-Рико, Lemon Bay	„

[1] Анализы Mauzelius, Sahlbom и Guinchard.

[2] Там где приводилось лишь географическое название места, нами примерно вычислена широта и долгота.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Названия водорослей	MgCO₃	CaCO₃	Широта	Долгота	Название места сбора	Автор
Lithophyllum craspedium	16.82	72.77	18° сев. ш.	150° зап.	Таити	Charf, 1911
Lithothamnium kaiseri Heydrich . . .	16.15	72.80	15 южн. ш.	172 „	Тутуила (Самоа)	Lipman a. Shalley, 1924
Goniolithon frutescens Foslie	15.29	74.57	15 „	172 „	„	„
Porolithon craspedium f. *mayor.* Howe .	16.80	75.39	15 „	172 „	Atoll Rose	„
„ *oncodes* Heydrich	13.75	78.20	15 „	172 „	Tutuila	„
Lithophyllum kaiseri Heydrich	16.46	71.93	15 „	172 „	„	„
Amphirou foliaceae Lam.	15.80	69.64	15 „	172 „	„	„
Lithothamnium sp.	36.36		13 „	175 „	Остров Самоа	Phillips, 1922
„ sp.	19.47	74.4			„	„ 1921
Goniolithon fratescens Foslie	13.80	86.13	12°5′ „	96°5′ вост.	Кокосовые острова	Chambers, 1922
Lithophyllum kaiseri Heydrich	15.33	84.38	12°5′ „	96°5′ „	„	„
Goniolithon orthoblastum (Heydrich) Howe	13.66	86.22	10 „	145 „	О-в Мюррея Австралия	„
Lithothamnium erubescens Foslie . . .	16.96	81.59	10 „	123 „	Индийский Архипелаг, Тимор	Clarke a. Wheeler, 1922
Archaeolithothamnium episporum Howe	13.09	83.47	10 „	80 зап.	Панамский перешеек	„
Lithothamnium phillipi var. *funafutiensis*	5.85		8 „	178 вост.	Фунафути	Skeats, 1901
Lithophyllum oncodes Heydrich	18.17	80.93	7 „	56 „	Мадагаскар	Clarke a. Wheeler, 1922
„ *craspedium* Foslie	19.60	72.92	5°5′ сев. ш.	172 зап.	О-в Пальмира	„
„ *tarniense* Heydrich . . .	20.02	78.43	5 южн. ш.	145 вост.	Новая Гвинея	„
Lithothamnium sp.	3.76	72.03	5 „		Яванское море	Högbom, 1894
„ sp.	6.53	83.60	0 „	90 зап.	Галапагос	„
„ sp.	12.17	83.75	0 „	90 „	„	Vesterberg, 1900
„ *calcareum*						Pruvot,
„ *nodosum*	6.06	91.04				Gümbel, 1871
Corallina officinalis	12.06	86.68				Payen, 1843

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

11. Corallinaceae. Содержание Na, K, Ca, Mg, P, S и Cl

Corallinaceae широко распространены во всех морях от арктических широт до тропиков. Селятся они на глубинах до 400 м куда едва проникает свет. Если две первые группы *Rhodophyceae* близки между собой с систематической стороны, то третья группа, куда мы относим *Corallinaceae*, отличается от них не только в морфологическом отношении, но и по химическому составу. О нем мы знаем главным образом, то, что касается Ca и Mg, и совсем немного о нахождении других химических элементов. Bouvier в 1791 г. дает анализ *Corallina officinalis*; Merat-Guillot в 1797 г. исследовал известковую „*Corallina articulea*“ и Hatchett в 1800 г. находит, что *Gorallina opuntia* (которая считалась известковой губкой) содержит в скелете $CaCO_3$ и очень мало фосфатов. Принадлежность к водорослям *Corallinaceae* была установлена Schweiger в 1820 г. Более полные анализы, но в настоящее время нас уже не удовлетворяющие, появляются вскоре — в 1843 году — Payen. Качественное указание на присутствие $CaCO_3$ находим у Kützing (*Jania rubens*); Melnikoff, 1877 г., Kohl, дают сводку растений, концентрирующих $CaCO_3$, называя в том числе и *Corallinaceae.* См. также у Violette et Archambault. Damour первый, повидимому, обращает внимание, что *Corallinaceae*, например, *Lithothamnium* содержат в своих скелетах не только $CaCO_3$, но и значительные количества $MgCO_3$.[1] Возникшая в это время идея об участии организмов в образовании доломитов (Forchhammer, Ludwig-Theobold, Bischoff) не затронула вопроса о значении этих водорослей в доломитообразовании. И только в самом конце прошлого века и за последние тридцать лет в связи с этим предположением появляется большая серия анализов *Corallinaceae* (табл. 27).

Здесь мы впервые встречаемся с организмами, содержащими большие количества Mg ($MgCO_3$), достигающие до 36%, $MgCO_3$, при 60—90% $CaCO_3$ в золе. Зольный остаток этих водорослей составляет почти 50% их веса в живом состоянии. Содержание воды в них точно не установлено: по Putter, напр., в *Corallina mediterranea* было найдено 79.8% H_2O, 9.8% орг. вещ. и 10.4% золы, а в *Lithothamnium racemus* Aresch. — 11.8% H_2O, 14.8% орг. вещ. и 73.4% золы! в живом веществе.

Таким образом *Corallinaceae* являются известково-магнезиальными организмами. Содержание $CaCO_3$ и $MgCO_3$ у разных видов *Corallinaceae* относительно мало колеблется. Были попытки связать содержание $MgCO_3$ с температурным режимом местообитания водорослей, подобно тому, как это известно для морских животных, имеющих аналогичный химический состав скелетов (см. *Echinodermata*). См. табл. 28.

Там, где имеются повторные анализы, дается представление о размахе колебаний в соотношениях $CaCO_3$ к $MgCO_3$ в пределах одного вида.

[1] О содержании $MgCO_3$ известно было ранее из данных Bouvier, Payen.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Правило, что чем ближе местообитание вида к экватору, тем более содержится в нем Mg, полностью не выдерживается. Например, в случаях с *Lithothamnium racemosum*. Исключения видны и для других видов, например, *Lithothamnium* с Явы содержит 3.76% $MgCO_3$,[1] а *Lithothamnium glaciale* из Арктики — 13.19% и т. п. Clarke a. Wheeler для *Goniolithon* из Багамы получили максимальные числа для содержания $MgCO_3$ до 24.0%, а для *Goniolithon* из Florida до 25.17% и в то же время *Goniolithon* из Австралии имел 13.66%. У авторов возникал вопрос, не связаны ли эти различия в составе с возрастом?

Анализ показал:

Таблица 29

Содержание $CaCO_3$ и $MgCO_3$ в *Corallinaceae* разного возраста

Названия водорослей	$MgCO_3$	$CaCO_3$	$CaSO_4$
Lithophyllum pachydermum			
1. Молодые части	24.95	73.65	1.24
2. Старые части	15.43	83.06	1.27
Goniolithon strictum			
1. Молодые части	22.98	75.42	1.22
2. Старые части	23.74	74.29	1.25

Таким образом этот вопрос остался открытым и требует дальнейшего изучения. Анализы указывают лишь на отличия разных частей водорослей. Представляется интересным выяснить отношение Mg/Ca, в связи с их формой — от более компактной (*Lithothamnium*) к более тонкой (напр. у некоторых *Lithoppyllum*). Имея в виду все исключения из правила, когда виды из теплого моря имеют небольшие количества $MgCO_3$, а холодных вод содержат много Mg, все же можно сказать, что подавляющее число видов следует правилу, указывающему на зависимость содержания $MgCO_3$ от температуры. Достаточно сказать, что из холодных морей никогда не было получено видов с $MgCO_3$ выше чем 13.19%, тогда как из теплых морей его содержание достигало до 36.0%. Большинство видов с низким содержанием $MgCO_3$ относятся к холодным и умеренным областям. Не должны быть забыты глубины, с которых собраны образцы (температура!). Интересно отметить, что для средиземноморских видов всеми авторами указывается невысокое содержание $MgCO_3$ — от 4.19 до 14.12%. Возможно, что помимо высокой температуры, способствующей накоплению Mg в *Corallinaceae*, здесь имеют значение и еще какие-то другие условия, ближе не выясненные. *Corallina officinalis*, *C. rubrum*, *C. mediterranea* содержат

[1] Возможна ошибка.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Mg в среднем меньше, чем другие роды *Corallinaceae* и во всяком случае меньше, чем, напр., *Amphiroae* — виды того же подсемейства. Виды *Goniolithon* содержат максимум Mg. Это следует из анализов Payen, Nováček, Clarke-Wheeler. Как мы уже говорили, $CaCO_3$ во всех *Corallinaceae* находится в форме кальцита. Нахождение $MgCO_3$ в больших относительно количествах объясняется изоморфной подмесью.

Еще Högbom, а в последнее время Vesterberg подвергли растворению в слабой уксусной кислоте и воде, насыщенной CO_2, скелеты *Lithothamnium polymorphum* и *Lithothamnium* sp., имея в виду выяснить минералогический характер карбонатов Ca и Mg (кальцит или доломит или какая другая разность), и оказалось, что растворимость их скелетов — $CaCO_3 + MgCO_3$ сравнительно с образцами магнезита и доломита огромна (тогда как доломит растворяется в следах, а магнезит до 8%).[1] Vesterberg считал, что здесь имеется иная форма $MgCO_3$, легко растворимая (но не магнезит и не доломит). Имеются многочисленные наблюдения Linck, Meigen, Sorby и др. которые показали, что *Corallinaceae* во всяком случае имеют в своем скелете кальцит. Baas-Becking и Wayne Galliher на основании рентгеноскопического анализа *Corallinae officinalis* и *Amphiroae dorbignium* заключили, что: 1) минеральная часть этих водорослей состоит из кристаллов кальцита, и их С-оси ориентированы перпендикулярно к осям волокон органической ткани.[2] Они считают отложения $MgCO_3$ явлением вторичным. 2) Органическая часть *Corallinaceae* состоит не из клетчатки, а вероятно из пектиновых веществ. Мы должны заметить, что по количеству $MgCO_3$, находящегося в скелетах *Corallinaceae*, они не сравнимы ни с какими другими организмами — ни животными, ни растениями.

Таблица 30

Среднее содержание $MgCO_3$ в различных родах *Carallinaceae* (в % % золы)

Название подсем. и рода	Число анал.	Minimum $MgCO_3$	Maximum $MgCO_3$	Среднее $MgCO_3$
Lithothamnium	29	3.76	36.36	12.30
Lithophyllum	24	5.30	24.95	14.81
Melobesiae	1	—	—	14.44
Archaeolithothamnium	1	—	—	13.09
Porolithon	2	13.75	16.80	15.28
Goniolithon	8	13.66	29.98	20.61
Amphiroae	3	15.80	19.29	17.52
Corallinae	3	11.13	12.06	11.09

[1] См. по этому поводу гл. XVII.

[2] См. Grüss о расположении у *Corallinaceae* тканевых элементов.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Химический состав золы

Названия водорослей	Зола в %% сух. вещ.	Na_2O	K_2O	MgO	CaO
Ulva lactuca	(17.61)	5.94	5.50	7.08	34.94
Ulva latissima	—	17.53	4.20	1.31	4.61
Ulva enteromorpha	(22.63)	7.72	8.94	9.73	25.65
Enteromorpha compressa	47.80	22.17	10.34	3.24	19.22
» *intestinalis*	27.05	20.85	7.14	3.34	16.59
Monostroma Grev.					
Vaucheria dichotoma f. *marina* (*Pilus*)	—	14.64	4.88	1.83	5.69
» (Houck)	18.54	0.82	1.57	1.78	33.36
Valonia utricularis (*aegagropila*)	—	14.99	3.21	3.98	7.86
Solenia attenuata	—	21.28	5.99	1.54	4.92
Cladophora glomerata	17.08	6.38	0.35	1.84	59.18
»	(26.53)	—	—	6.11	12.25
То же, в % сухого вещества					
Ulva lactuca		4.21	4.99	3.77	2.42
Enteromorpha compressa		9.67	4.34	0.78	1.95

Это типичные известково-магнезиальные организмы, содержащие кальцит с максимальным известным для организмов содержанием $MgCO_3$. Этим их скелет отличается от кальцитовых инкрустаций например *Characeae* и других водорослей, участвующих в образовании известняков.[1] См. более подробно об этом во 2-й части. Несомненно, что в составе среди видов *Corallinaceae* намечается, как мы видели, дифференциация скелета (связанная с условиями жизни и одновременно типичная для вида), но нет достаточного числа исследований, из которых можно было бы сделать более решительный вывод.

Род *Goniolithon* наиболее богат $MgCO_3$.

Содержание щелочей, P, S и Cl составляет небольшую часть золы *Corallinaceae*. Порядок содержания P и S у всех *Corallinaceae* один и тот же, напоминая их содержание в известковых скелетах морских живот-

[1] Напомним, что *Coccolithophoridae*, *Codiaceae*, *Dasycladaceae*, *Characeae* и другие водоросли, концентрирующие $CaCO_3$, содержат мало Mg или даже в следах.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Chlorophyceae (в % % золы)

Таблица 31

SO_3	P_2O_5	Cl	Fe_2O_3	SiO_2	Место сбора	Автор
38.94	1.74	0.46	2.49	2.38	Берег Алжира	Müller, 1894
10.55	1.61	18.90	17.54	23.68	Лагуны Венеции	Sestini, Bomboletti, Del Torre, 1877
34.29	1.61	3.20	3.89	5.03	Берег Алжира	Müller, 1894
22.99	3.65	16.27	0.90	5.11	Балтийское море, устье Варнова	Vibrans, 1873
27.87	2.18	14.19	0.78	10.25	Балтийское море, устье Варнова	"
8.49	4.82	16.36	14.34	25.39	Лагуны Венеции	Sestini, Bomboletti, Del Torre, 1877
19.22	—	—	4.25*	19.54	Соленое озеро Малый Тамбукан	Будрик, 1926
0.23	4.51	12.22	15.45	26.61	Лагуны Венеции	Sestini и др., 1878
10.29	3.94	20.52	12.43	19.53	"	"
13.33	4.14	1.05	0.53	10.60	(пресноводн.)	Petter, 1862
2.00	1.21	0.53	1.85	26.69	Озеро Mendota	Schuette, a. Al. E. Hoffman, 1921
То же, в % сухого вещества						
10.36	0.35				Ламанш	Vincent, 1924
4.97	0.18				"	"

ных (например, *Echinodermata*). S часто показывают как $CaSO_4$, но действительно ли в скелетах *Corallinaceae* присутствует $CaSO_4$ — не доказано.[1] Lipman и Shelley нашли до 8.38% SiO_2 в *Lithophyllum proboscideum*. Требуется исключить присутствие в образце данного вида кремневых организмов (диатомовых, губок, а также и песка), которые всегда находятся в порах этих водорослей, прежде чем считать это особенностью вида.

12. Chlorophyceae. Содержание Na, K, Mg, Ca, P, S и Cl

К особенностям распределения *Chlorophyceae* следует отнести, во-первых, преимущественное распространение их в теплых и тропических морях, определенным образом отражающееся на составе водорослей, и, во-вторых, широкое распространение *Chlorophyceae* не только в морях, но и в полусоленых и пресных водах, тогда как *Phaeophyceae* и *Rhodo-*

[1] При сжигании часть серы органических соединений (главным образом белков) теряется, другая образует SO_3, вступающий в реакцию обмена с $CaCO_3$ — скелетных частей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

phyceae — почти исключительно морские водоросли. Несомненно оба эти обстоятельства в известной мере определяют и химический характер отдельных видов *Chlorophyceae.* Большинство *Chlorophyceae* склонны к концентрации Ca. Особенно ярко выражена Ca-функция у морских *Chlorophyceae* теплых морей. С другой стороны, мы встречаемся с известным разнообразием в химическом составе видов и форм *Chlorophyceae,* в связи с тем, что они живут в водах с разной степенью солености, подобно, например, *Entheromorphae, Cladophorae, Vaucheriae* и др. Напомним еще о видах, живущих в условиях сильно соленых озер.

Качественные анализы *Chlorophyceae* имеются у John — (*Conferva*), Kützing (*Ulva*), Kobzá и Prat, затем у Forhhammer (1844) и др.

Количественные анализы *Chlorophyceae* представлены в табл. 31.

Там же приведены анализы пресноводной *Cladophorae,* для сравнения.[1]

Той стойкости, в известной мере наблюдаемой в составе *Phaeophyceae* и *Rhodophyceae,* в приведенных данных нет. Отчасти это может быть объяснено тем, что *Chlorophyceae,* как указано, были взяты из вод различной солености, сравни например, содержание в них Cl′, SO_4'' и т. д. По

Таблица 32

Химический состав богатых Ca *Chlorophyceae* (в $^0/_0$% сухого вещества)

Названия водорослей	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	SO_3	P_2O_5	Cl	Fe_2O_3	SiO_2	CO_2 и орган. вещ.	Место сбора	Автор
Halimeda simulans Howe			0.19	50.20	0.23	сл.		0.18	0.44	48.38	Порто-Рико	Clarke a. Wheeler, 1922
Halimeda tridens Lamouroux			0.44	45.32	0.49	„		0.58	0.88	51.94	Порто-Рико	Clarke a. Wheeler, 1922
Halimeda monile Lamx.			0.45	48.21	0.02	„		1.10	1.90	47.56	Порто-Рико	Clarke a. Wheeler, 1922
Halimeda opuntia Lamx.			0.01	50.32	0.07	„		0.20	0.37	48.20	Florida	Clarke a. Wheeler, 1922
Halimeda opuntia Lamx.	1.13	0.54	0.29	48.47	0.33	?	0.84	—	—	46.49	Красное Море	Damour, 1851

[1] См. Mann, и др. Кроме того о составе одноклеточных *Chlorophyceae* (для которых прямые анализы отсутствуют) дает некоторое представление состав чрезвычайно важных отложений их тел (сапропели и т. п.) — балхашит (озеро Балхаш) — из *Botryococcus Braunii*; *Elaeophyton coorongianum* (Thyssen) часто образует подобные же отложения. Затем австралийские керосиновые сланцы из *Reinhschia australia*, различные виды *Pila*, образующие палеозойские богхеды, и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 33

Состав клеточного сока *Chlorophyceae*[1] (в $^0/_0{}^0/_0$ — Cl принят за 100)

Название вида	Cl	Na	K	Ca	Mg	SO_4	Место сбора	Автор и год
Valonia macrophysa	100	15.08	86.24	0.285	сл.	сл.?	Bermuda	Osterhout, 1922
» »	100	18.55	82.33	0.02	0.08	0.04	Tortugas	Blinks, 1930
» *ventricosa*.	100	5.73	94.74	сл.	сл.	сл.	Tortugas	CooperиBlinks, 1918
Halicystis ovalis .	100	92.4	1.01	1.33	2.77	сл.	Bermuda	Blinks и Jaques, 1929

содержанию Ca легко выделить две группы *Chlorophyceae*, подобно первой и второй группам *Rhodophyceae*. Первая из них с обычным для большинства водорослей содержанием Ca, другая — богатая Ca. Эта аналогия может быть продолжена и дальше, поскольку вторая группа, касаясь исключительно морских *Chlorophyceae*, как и *Rhodophyceae* (напр., *Galaxaura*,) содержит $CaCO_3$ в виде арагонита.

К *Chlorophyceae* с малым содержанием Ca (1-я группа) вероятно принадлежат прежде всего те из них (главным образом пресноводные), которые, как показали Molisch, Benecke и др., при развитии не нуждаются в кальции, напр. *Ulothrix* и др. У некоторых морских *Chlorophyceae* содержание Ca ничтожно мало, напр. в соке *Valonia utricularis* Meyer нашел его в следах. Osterhaut с сотрудниками[1] и др. в ряде анализов находили Ca в соке некоторых *Chlorophyceae* меньше, чем в морской воде, см. табл. 33. Как известно, среди *Rhodophyceae* и *Phaeophyceae* нет видов, которые бы не содержали заметных количеств Ca.

В некоторой степени обогащение Ca находят у видов *Cladophora Vaucheria, Chaetophora*, иногда *Ulva* и др. Пресноводная *Phacotus* (*Ph. lenticularis*) имеет постоянную известковую капсулу и принимает участие в образовании известняков.[2] Ряд других *Chlorophyceae* концентрирует и отлагает Ca при исключительных условиях (*Enteromorpha, Monostroma, Ulva* и др.). Все эти водоросли (за исключением *Phacotus*) условные концентраты Ca — мы относим к 1-й группе. Обычное содержание в них Ca не превышает содержания Ca в водорослях других классов, не являющихся концентраторами Ca.

Ко 2-й группе концентраторов Ca относятся тепловодные формы *Chlorophyceae*, принадлежащие, главным образом, к двум семействам (из *Syphoneae*) — а именно *Codiaceae* с родами *Halimeda, Udothea*, отчасти *Gymnocodium, Baulina, Penicillus* и некоторые другие и *Dasycladaceae*,

[1] Смотри другие определения у Meyer 1891, Hansen 1893, Osterhaut и Dorcas 1922—1924, Wodehouse 1917, Crozier 1918, Brooks 1930, Hollenberg 1932, Collander 1930, Höber и Höber 1928 и др. для Valoniae, Halicystis, Nitella, Chara.

[2] Указывалось на отложение SiO_2 в капсуле *Pteromonas* (из *Phacotaceae*) химических — данных нет.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

имевшие в прошлом значительное число видов, а ныне представленные немногочисленными родами *Dasycladeae, Acetabularia, Cymopolia, Neomeris, Bornetella* и некоторыми другими, концентрирующими $CaCO_3$. Безусловно типичной здесь является *Halimeda opuntia* (из *Codiaceae*), содержащая в золе до 99% $CaCO_3$ и небольшое количество $MgCO_3$. В анализах Skeats $MgCO_3$ оказалось несколько больше, что объясняется тем, что форма была подобрана со дна, начавшая уже вероятно минерализироваться. Из других видов *Codiaceae* Högbom нашел в *Penicillus* sp. (? *capitatus*) 5.2% $CaCO_3$ в сух. вещ., при следах Mg, а в *Halimeda* 4.6% $CaCO_3$ и следы Mg (см. табл. 34).

Другим типичным представителем 2-й группы водорослей (из *Dasycladaceae*) является *Acetabulariae, Ac. mediterraneae* и *Acetabularia* Moebii (?), для которых нет сколько-нибудь полных анализов, как нет их и для других видов *Chlorophyceae*, концентрирующих Ca и относимых нами по этому признаку ко второй группе.

Таблица 34

Содержание $CaCO_3$ и $MgCO_3$ в *Chlorophyceae* (*Halimeda*) — в % % зольного остатка

Названия водорослей	$MgCO_3$	$CaCO_3$	t°	Широта и долгота места сбора	Автор
Halimeda opuntia	0.64	98.73		Красное море	Damour, 1851
„ Lamouroux. . .	0.02	99.21		(24° сев. ш. и 82° зап. долг.) Флорида	Clarke a. Wheeler, 1922
„ *simulans* Howe .	0.44	98.45		18° сев. ш. 66° зап. долг. Porto Rico	Clarke a. Wheeler, 1922
„ *tridens* Lamx. .	1.09	96.21		18° сев. ш. 66° зап. долг. Porto Rico	Clarke a. Wheeler, 1922
„ *monile* Lamx. .	1.04	95.58		18° сев. ш. 66° зап. долг. Porto Rico	Clarke a. Wheeler, 1922
„ *opuntia*	0.60	86.50*		8° южн. ш. 178° вост. долг.	Skeats, 1904
„ *opuntia*					„
„ sp.	1.39	98.20		?	Cullis, 1899
„ *opuntia*	5.50	90.16*		?	Payen, 1843

Что касается *Acetabularia*, то первое указание на инкрустацию ее стенок $CaCO_3$ имеется у Schweigger, Nägeli, затем у Woronin, de Bary, и Strasburger, Cohn. Leitgeb и Schacherl, в солянокислой вытяжке, полученной из *Acetabulariae*, нашли $Ca(COO)_2$, что было подтверждено микроскопическим изучением кристаллов и другими путями. Вытяжка эта содержала помимо того $CaCO_3$, P_2O_5, Mg, Fe и Mn. Присутствие оксалатов давно было известно в наземной флоре.[1] Для нас более интересен другой факт — присутствие оксалатов в так называемых сверлящих водо-

* На сухое вещество?

[1] У Gomont об оксалате Ca в *Acetabularia*; см. Sjöstedt и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

рослях, к которым относится и ряд зеленых, например, *Ostreobium Queketti*, *Gomontia polyrrhiza* и др.[1]

Никаких анализов их нет. Как мы видим, Ca во второй группе морских *Chlorophyceae* резко преобладает над Mg (табл. 31), последнего обычно не более 1%. Примерно та же картина и для пресноводных форм *Chlorophyceae*, иногда собирающих Ca, например, *Cladophorae*, *Vaucheriae*. Подтверждается их относительная бедность Mg и анализами инкрустаций, например, с *Vaucheria* de *Baryana* Kolkvitz'a и Kolbe, а также отчасти Будрика для *Vaucheria dichotoma* f. *marina*.

Несколько больше нашел Mg Ludwig в отложениях *Vaucheriae* — 10.49% $MgCO_3$.[2] Linck считает, что так наз. strahlenkalk не что иное, как отложения $CaCO_3$ — *Cladophorae* в виде кальцита. В одном таком образце, Köhler нашел в растворимой части 1.1% $MgCO_3$, а в другом 9.3% $MgCO_3$.[3]

Следовательно в пределах нашей 2-й группы *Chlorophyceae*, концентрирующие $CaCO_3$, совершенно ясно намечается и дальнейшая дифференциация, а именно: все морские водоросли сем. *Codiacea* и *Dasycladaceae* концентрируют только $CaCO_3$; а *Chlorophyceae*, живущие то в море, то в пресной воде — $CaCO_3$ с значительным иногда содержанием $MgCO_3$. По определению Meigen, Skeats, *Halimeda tuna*, *Cymopolia* sp., *Acetabularia mediterranea* содержат арагонит.

Минералогический характер карбонатов Ca и Mg пресноводных форм не достаточно известен. Указывалось, напр., нахождение кристаллов $CaCO_3 + 5\,H_2O$ в *Conferva* — по Raumelsberg. Но с другой стороны, напр., отложения, связанные с жизнедеятельностью *Cladophorae*, *Vaucheriae* состоят из кальцита. Интересно, что *Characeae* также дают осадки кальцита. Все это наводит на мысль, не имеем ли мы среди Ca — *Chlorophyceae* помимо арагонитовых форм (обычно бедных Mg) еще и кальцитовых, одновременно строго приуроченных — одних, арагонитовых к морю, других, главным образом, к пресным и солоноватым водам?

Говоря о Ca в *Chlorophyceae*, мы должны напомнить об интересной группе пресноводных водорослей *Desmidiaceae*, в которых впервые Bary (в видах *Closterium*), а затем Fischer, нашли кристаллы гипса ($CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$). Причем оказалось, что кристаллы гипса постоянно встречаются лишь в определенных родах, а в некоторых других вовсе не находились.[4] См. указания Donat о видах *Desmidiaceae*, живущих в Ca — богатых водах. По Будрику *Vaucheria dichotoma* f. *marina* из Тамбуканского озера

[1] См. по этому поводу у Г. А. Надсона.

[2] Об осаждении $MgCO_3$ с кальцитом без участия организмов см. II ч.

[3] Kläns, недавно разбирая вопрос о доломитообразовании в пресных бассейнах, приводит состав травертинов, образованных растениями с еще меньшим содержанием $MgCO_3$.

[4] Различают три группы: 1) постоянно содержат $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$, 2) случайно, не у всех индивидуумов данного вида, 3) вовсе не содержат $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$. См. о $CaCO_3$ в *Desmidiaceae* (и Fe) у West.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

была инкрустирована гипсом и принимала участие в извлечении его из соленого озера. Этим исчерпываются наши знания о содержании Ca (и Mg) в разных *Chlorophyceae*. Возвращаясь несколько назад, мы видим, что в *Phaeophyceae* лишь в отдельных случаях, а среди *Rhodophyceae* и *Chlorophyceae* имеется много видов концентраторов Ca. Водоросли, отнесенные нами к 1-м группам (по содержанию Ca), редко и при особых условиях накапливают Ca.

Иное для водорослей 2-й группы — это типичные известковые организмы, все строение которых связано с отложением $CaCO_3$ в виде — арагонита и, может быть, в случае с некоторыми *Chlorophyceae* — кальцита (см. *Cyanophyceae* дальше).[1]

Отдельно стоят *Corallinaceae*, концентрирующие $CaCO_3$ — кальцит, содержащие большие количества $MgCO_3$.

Далее в *Acetabulariae* и, вероятно, в ряде других водорослей находится $Ca(COO)_2$ (Kohl. и др.). Наконец, известно нахождение кристаллов $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ — гипса, и вряд ли этим разнообразием исчерпываются все формы нахождения кальциевых отложений и т. п. в водорослях.

Известны находки промежуточных форм состояния Ca в *Chlorophyceae* — кристаллов водных карбонатов Ca, аморфного $CaCO_3$ и т. п.

В гл. XVI мы особо рассмотрим обмен Ca в море и участие в нем водорослей.

Содержание других химических элементов в *Chlorophyceae* в частности щелочей, значительно меньше, чем в водорослях других классов. Мы уже обращали внимание на невысокое относительно содержание золы в *Chlorophyceae* (у видов 1-й группы) (см. анализы Mitscherlich, Forhhammer, Bertrand и др.). Еще меньше щелочей и других химических элементов в видах *Chlorophyceae*, концентрирующих Ca.

Содержание K как правило выше Na (см. табл. 31). Genaud et Genevois и Camlong et Genevois изучали равновесие ионов для *Enteromorpha intestinales, Ent. compressa, Ulva lactuca* и находили всегда преобладание K над Na. Bertrand и Perietzeanu в *Ulva lactuca* нашли 0.0665% K и 0.0062 Na в жив. вещ. Weevers ранее указывал значительное количество K в спорах *Bryopsis* и в других водорослях и их частях. Поэтому высокие числа Na в ранних анализах (напр. Vibrans) следует отнести отчасти за счет методов определения.

Содержание Cl' и SO_4'' в *Chlorophyceae* связано с тем, откуда данный вид был получен, но систематических определений в этом направлении неизвестно. О фосфоре в *Chlorophyceae* см. выше.[2]

Так известно, что одни и те же виды *Chlorophyceae*, обитая в пресной или соленой воде, образуют соответственно формы — или вариететы,

[1] Для пресноводных см. Práta, Jirkovský — *Vaucheria geminata, Pelia Calycina* и др., так же Kobza и Prát.

[2] См. Vageler, пресноводные.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

различающиеся морфологически. Было бы чрезвычайно важно иметь для них химический состав. Сравнивая изменения организмов связанные переходом их из моря в пресную воду или обратно легко было бы заметить общие тенденции в изменениях морфологических признаков и химического состава и их взаимоотношения. В этом смысле *Chlorophyceae* представляет большой интерес.

13. Иод в водорослях

Как мы теперь хорошо знаем, иод встречается в природе всюду в состоянии рассеяния (см. Sarphati, Marchand, Chatin и др., сводки у Fellenberg, Scherrer, Gloss, Orr и Leitch, В. И. Вернадского и др.), находясь в морских организмах, обычно в среднем 10^{-4} %, и лишь губки из *Cornacuspongidae* и некоторые из *Alcyonariae* (см. стр. 275) резко выделяются по своему высокому содержанию иода, являясь концентраторами его. К этой группе богатых J организмов должны быть отнесены и большинство морских водорослей, для которых содержание иода иногда достигает 10^{-1} % на живой вес. Предварительно познакомимся в самых кратких чертах с распределением иода в биосфере, а затем вернемся к содержанию иода в морских водорослях.

Иод был открыт впервые Courtois в 1812 г. в золе морских водорослей, а именно в щелочах варека при подкислении их[1] серной кислотой. Для получения щелочей были взяты обычные для берегов Франции *Fucus* и *Laminariae*. Затем нахождение иода стало известно и в других морских водорослях и организмах. В ближайшие же 2—3 года вслед после открытия Courtois иод качественно был найден в водорослях многими: Davy, Fyfe, Gaulthier de Claubry, Gay Lussac, John, Ancum, Balard, Bouvier и другими современниками Courtois. Первые количественные систематические определения иода в водорослях принадлежат Sarphati (1835), а 40-е годы знаменуются развитием иодной промышленности из водорослей, начатой в Шотландии и во Франции, а затем и в других странах.

Одновременно выясняется широкое распределение иода не только в организмах, воде, породах морского происхождения, но и пресного. В общем правильную картину распределения J в природе дает впервые в 50-х гг. Chatin, проделавший большую работу по определению иода в породах, воде и т. п. из разных мест Франции.

Им надлежащим образом была подтверждена роль J при заболевании зобом, замеченная ранее.[2]

[1] Сообщено было впервые Clément et Désormes.

[2] Задолго до открытия J люди пользовались против зоба различными лекарственными средствами, как потом оказалось, богатыми J. У греков, римлян, арабов морская губка (*Spongia marina* и т. п.) широко применялась в медицине. Документально известно сейчас употребление ее в Европе против зоба по крайней мере с 1180 г. (упоминания у Roger). На Востоке — Китай, Япония, Индия — аналогичным средством были несомненно морские водоросли. Об этом свидетельствуют записи в старых китайских книгах. Повиди-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 35

Содержание J (в γ на 1 л) в воде морей

J γ в 1 л	Название моря	Координаты	Автор
	Атлантический океан		
51	1. Прибрежная вода — Биарицы		Fellenberg, 1924
52.2	2. 150 км от Бреста	47°11′ с. ш. 6°31′ з. д.	Reith, 1930
40.0	3. Поверхностная проба (Америка)		Jaris, Clough a. Clark, 1926
	Средиземное море		
61.7	1. 200 км южн. Кипра	33°54′ с. ш. 31°15′ в. д.	Reith, 1930
53.3	2. То же с глуб. 900 м		„
	Адриатическое море		
51	1. Открытое море		Winkler, 1895
75	2. „		Bugarszky a. Horvath, 1909
	Красное море		
66.3	1. Поверхностная проба воды	22°56′ с. ш. 37°11′ в. д.	Reith, 1930
69.5	2. То же с глуб. 500 м		„
	Балтийское море		
13	1. Восточное побережье Германии		Matthes u. Wallrabe, 1927
32	2. То же		Isenbruch, 1927
	Белое море		
40	1. Прибрежная зона	65°30′ с. ш. 39° в. д.	Скопинцын и Михайловская, 1933
	Немецкое море		
46.3	1. Вост. Doggers Bank	54°28′ с. ш. 5°54′ в. д.	Reith, 1930
43.4	2. Thornton-Bank	51°33′ с. ш. 2°53′ в. д.	„

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Jγв1л	Название моря	Координаты	Автор
	Тихий океан		
50	1. Берег Калифорнии		McClendon, 1922
38	2. Британская Колумбия (Georgia)		Cameron, 1922
	3. (Япония)		
	Индийский океан		
49.6	1. Поверхностная проба . . .	3°48′ с. ш. 63°48′ в. д.	Reith, 1930
55.4	2. Глубинная, 500 м		"

С открытием концентрации J в щитовидной железе животных (Baumann, 1895) иодная проблема проникает во все области биологических наук и, наконец, в последние годы вопрос о распространении J, в частности и в организмах, пересмотрен был заново под углом зрения геохимии иода благодаря многочисленным исследованиям Fellenberg и его сотрудников — Lunde, Closs, а также Wilke-Dörfurt, Hercus и др.[1] Вместе с тем накопился значительный материал по круговороту иода в море. Напомним более ранние работы Marchand, Bourcet, Gautier, Cameron и мн. др. и десятки новых, к которым мы обратимся позже. Тысячи образцов различных пород минералов, почв, воды, водных и сухопутных организмов были опробованы на содержание J.

Стало ясно, что океан в целом содержит больше иода, чем континент. Распределение иода на суше неравномерно, что связано с характером почв и в частности с содержанием иода в тех породах, из которых образовались почвы (см. по этому поводу Wilke-Dörfurt, Fellenberg, Bleyer). Почвы обладают способностью адсорбировать иод, находящийся либо в виде солей, главным образом иодид (и иодат),[1] либо в связанном

мому употребление водорослей в качестве пищи в местах эндемии зоба носило систематический характер и практиковалось задолго до нашей эры. Научно обосновал причину зоба и значение иода Coindet в 1918—1820 г. История употребления губок в медицине изложена у Arndt, Richter, Viel и Sturm и др. По истории употребления водорослей (в частности против зоба на Востоке) почти ничего еще не сделано, хотя несомненно, что это средство там было известно значительно раньше, чем в Европе.

[1] Denigès допускает образование в море JO_3 по уравн. $6\,J_2 + 6\,Ca\,(HCO_3)_2 = Ca\,(JO_3)_2 + 5\,Ca\,J_2 + \ldots$

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

с органическим веществом состоянии, либо, как теперь стало выясняться — в форме элементарного иода. Все окислительные факторы — как окислы Fe, Mn и других металлов, вероятно O_2 (и O_3) и т. п. освобождают его из соединений в виде J. Реки, озера и другие пресные водоемы содержат иода в том или ином виде мало. Напротив, в море с его жизнью содержится иода во много раз больше. Количественное содержание иода в морской воде окончательно выяснилось за последние годы. В среднем его содержание колеблется около 50 γ в 1 литре воды (табл. 35).[1]

Таблица 36

Содержание J в воде, породах, организмах и т. п. на суше и море (в $^0/_0{}^0/_0$ вещ.)

Названия	На суше (в $м^3$)	В море (в $м^3$)
Воздух	Ок.[2] $n \cdot 10^{-8}$	Ок.[2] $n \cdot 10^{-7}$
Вода	„ $n \cdot 10^{-7}$	„ $n \cdot 10^{-6}$
Горные породы	„ $n \cdot 10^{-5}$	
Почвы (илы)	„ $n \cdot 10^{-4}$	> $n \cdot 10^{-8}$
Растения (водоросли)	„ $n \cdot 10^{-6}$	ок. $n \cdot 10^{-2}$
Животные	„ $n \cdot 10^{-6}$	„ $n \cdot 10^{-4}$
Щитовидные железы рыб	„ $n \cdot 10^{-1}$	„ $n \cdot 10^{-1}$

Иод неравномерно распределен в пределах океана и морей. Это видно из табл. 36. Наиболее богаты им оказались илистые грунты моря (А. П. Виноградов). Помимо того, следует отметить, что северное полушарие, имеющее большую протяженность береговой линии и, следовательно, более богатое прибрежными водорослями, среди которых находятся такие исключительные концентраторы иода, как виды *Laminariaceae*, имеет бо́льшие запасы иода сравнительно с южным полушарием. Здесь происходит огромное его накопление. Вся история иодной промышленности — история использования водорослей северного полушария.[2] В связи с этим возникает вопрос, компенсируется ли в теплых морях этот процесс — накоплением иода — *Alcyonariae* и губками, широко здесь пред-

[1] Приводим лишь некоторые данные для J в воде открытого моря, на наш взгляд наиболее близкие к действительности. Как правило в воде открытого моря иода больше, чем у берега (параллел. с изменен. содерж. Cl). С глубиной (известны пробы с 900 м и больше) содержание иода, повидимому, меняется. См. также данные Macadam, Koettsorffer, Gautier, Holmes, v. Itallie, Thorpe, Heymann, Hercus, Benson и Carter, Bleyer, Marchand de Fecamp, Stoklasa, Freundler, Mac Collum, Closs, Sonstadt, Bousingault для различных морей.

[2] Центры всей иодной промышленности расположены в северном полушарии. Шотландия (Великобритания), Нормандия (Франция), Норвегия (и северо-западн. берега Германии, швеции, Дании, затем СССР (Мурман), Испания. В Азии на Тихом океане — Япония (Hokkaido) и СССР (вблизи Владивостока). В Америке (Тихий океан) Калифорнийский берег от о. Cedros до Аляски.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ставленными. Много раз обсуждался вопрос о происхождении иода в море. Со времени возникновения биосферы, очевидно, что массивные породы, содержащие иод $n \cdot 10^{-5}\%$, по мере разрушения отдавали иод в реки, а последние сносили его в океан. Океан таким образом должен был бы обогащаться иодом. Но, во-первых, иод извлекается из морской воды морскими организмами, главным образом водорослями и беспозвоночными, у которых он распределен более или менее равномерно в теле (у более высокоорганизованных — *Verteblata* J концентрируется в отдельных тканях или органах, — например у рыб в щитовидной железе и т. п.), и, во-вторых происходит обогащение илистых грунтов иодом, привносимым вместе с остатками морских организмов.

Последний процесс лишь только начал изучаться. Концентрация иода достигает в илах моря до $10^{-2}\%$. Богатые иодом нефтеносные и другие соленые пластовые воды обязаны своим происхождением иловой воде грунтов, накопляющих иод.

Нужно считать, что первым звеном в биогенной миграции иода в море являются фитопланктонные организмы (см. стр. 219), а также и все прикрепленные водоросли, концентрация иода в которых в 1000 раз больше, чем в морской воде. Многочисленные *Molluscae*, *Crustaceae* и др. поедают водоросли, становясь в свою очередь, пищей рыб и других *Vertebrata*. У *Vertebrata* иод, как известно, концентрируется в щитовидной железе. У рыб, кроме того, находили высокое содержание J в жире печени. Щитовидная железа морских *Vertebrata* (напр., рыбы) богаче, J чем у наземных *Vertebrata*. Содержание иода в щитовидной железе изменяется в течение года определенным образом. Кривая содержания J в водорослях в течение года напоминает подобную же кривую J в щитовидной железе животных. Максимум иода в обоих случаях приходится на весну — лето, минимум на зиму.

Таблица 37

Содержание J в щитовидных железах животных разного возраста (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)

Название организма	Возраст		Автор
	молодой	взрослый	
Homo sapiens — человек . . .	0.01 (новорожд.)	0.3	Fellenberg
Gallus gallus — курица	0.2 (7 недель)	0.6 (14 недель)	Chaudhuri
Sus domesticus — свинья . . .			Courth

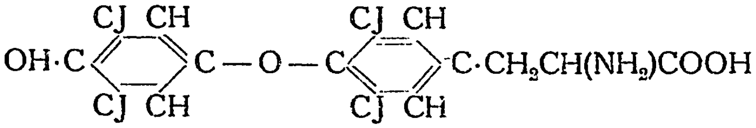
Для нас этот факт представляет интерес в том отношении, что он лишний раз показывает пищевую зависимость между организмами. Заметим, что содержание иода в щитовидной железе у *Vertebrata*, минимальное

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

в молодом возрасте, повышается со временем (табл. 37), т. е. обратно тому, что мы знаем относительно содержания в органах животных ряда тяжелых металлов: меди, железа, цинка, марганца, закладываемых еще у зародышей в печени и расходуемых во время роста (см. II часть).

Наши краткие замечания не безразличны при рассмотрении вопросов развития организмов в море, на фоне их миграции из одного биоценоза в другой (например, мальки рыб, меропланктон и т. п.). Организмы привыкли к совершенно определенному содержанию иода, имеют свой иодный уровень и, конечно, в отдельных звеньях пищевой цепи они встречаются с варьирующим количеством иода. Физиологическая роль J, как теперь выяснилось, огромна, но до конца еще не изучена, и мы не ставим себе цели об этом говорить. Единственное замечание, которое мы бы хотели еще сделать, касается характера состояния иода в щитовидной железе. Здесь он находится в виде:



Как показал Swingle, тироксин, в котором иод замещен на бром, не производит своего физиологического действия.[1]

14. Иод в Phaeophyceae

Еще современники Courtois показали, что самые большие количества иода в организмах можно встретить в морских водорослях. Их определения относятся, главным образом, к бурым водорослям, во-первых, наиболее распространенным в европейских морях, а во-вторых, как мы увидим далее, и действительно наиболее богатым иодом среди других водорослей. В различных видах родов *Fucus*, *Laminariae*, и немногих других иод был найден качественно Davy, Gaulthier de Claubry, Gay-Lussac, Fife, John, Krüger, Ancum, Fluckieger, Drissen. Позже Wheller; Herzog, Bergstrand, Molisch, Babyi и др. В настоящее время имеются данные о нахождении иода более чем в 250 видах водорослей, и мы должны заключить, имея в виду последующее изложение, что все морские водоросли без исключения в разных количествах содержат иод.

Что касается количественного определения иода, то оно охватывает далеко не все исследованные на иод виды (около 200). Способ выражения данных по содержанию иода в водорослях разнообразен. Содержание его относят либо к живому весу водоросли, либо к сухо-воздушному состоянию, либо к сухому веществу водоросли, или, наконец, рассчитывая на золу водоросли. Привести к однообразию данные путем пересчета не

[1] О значении J для развития организмов, их эволюции см. работы Гармса.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

всегда представляется возможным, поэтому мы вынуждены их привести, как они первоначально были даны авторами. Следует заметить, что анализы неравноценны. Определение иода в золе явно ведет к его потере и потому должно считаться минимальным. На отдельных данных мы остановимся особо (см. табл. 38).

Этот список на табл. 38 может быть пополнен анализами водорослей, вид которых авторами не указан — Fellenberg, Glimm, Weis, Foslie, Нисенман, Meyer, Forbes, Sugimoto, Bleyer, Аверкиев и Писаржевский и мн. др.[1] Картина распределения иода в бурых водорослях включает данные, касающиеся, главным образом, видов двух семейств из *Phaeophiceae*, а именно: *Laminariaceae* и *Fucaceae*. Данные эти касаются разнообразных видов, обитающих в прибрежной зоне, в открытом море, на разных глубинах, собранных в разное время года и т. д. Кроме того, они дают представление о содержании иода в одних и тех же видах водорослей из различных мест земного шара, по преимуществу, конечно, в пределах северного полушария. Так, мы имеем анализы водорослей с берегов Атлантического океана и прилежащих морей Шотландии, Ирландии и других островов Великобритании, атлантических берегов Америки, берега Скандинавии, берега Немецкого моря, Нормандии и других берегов Франции, Испании, Средиземного моря; внутренних морей Европы: Черного моря, Каспийского моря и др.; с берегов Ледовитого океана—Мурманского побережья (Баренцево море), Белого моря; с тихоокеанского побережья—от Аляски до Южной Калифорнии, а также вдоль японского берега с Охотским и Японским морями. Из других мест анализы редки, например анализы Dixit водорослей из Индийского океана, Австралии, анализы Аверкиева,[2] для водорослей Каспийского моря (к сожалению, без видового названия). Все эти данные позволяют подробно рассмотреть вопрос о характере распределения иода в водорослях.

[1] Аверкиев дал определение 149 образцов водорослей Тихого океана, Северного, Белого, Черного, Азовского, Балтийского и Каспийского морей, но нигде не дает точного ботанического названия водорослей. Поэтому данными Аверкиева пользоваться почти невозможно. См. замечания Зиновой о сборе этих водорослей. Pandal — дал серию определений иода в водорослях. По Fellenberg в японских препаратах водорослей „Nori" 0.00587 J%; „Kombu" 0.2640%; водоросли из Чили (*Lache*) ок. 0.001%; неизвестные водоросли морские 0.09%; у Bleyer они же 0.065% (из Японии); у Glimm и Isenbruch 0.0098% (все на сухое), Simpson для водорослей с берега Австралии — 0.20 — 0.86% (на сухое вещ.); Hercus a. Roberts из новой Зеландии — 0.0048%; по Боде водоросли (варек) из Астурии (Испания) — 0.60—0.0915% в золе (см. Bauchdeker), по Sugimoto в „Nori" японском 0.01%, а в „Kombu" 0.03% в сухом. Gautier приводит данные Allary. Вероятно также, что Yendo K. приводит данные европейских авторов, как и Dohert (в части касающейся *Lam. dig.*, *L. sach.*, *Fucus*). Beckmann для *Fucus* из Немецкого моря дает 0.3% на сухое. См. Гайл о J для водорослей нашего Тихоокеанского побережья. См. Chin. Journ. of Physiol. 6. 345. 1932; Tressler a. Wells, Holl, Happ и др.

[2] Аверкиев нашел для различных водорослей J в процентах золы: из Балтийского моря от следов до 0.040%; из Каспийского моря от следов до 0.004%; из Азовского моря от следов до 0.001, т. е. очень мало. Так как J определялся из золы — желательно повторить определения непосредственно из свежих водорослей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 38

Содержание J в *Phaeophyceae*

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Laminariaceae:					
Laminaria saccharina		0.230			Sarphati, 1835
„			3.81		Schweitzer, 1845
„		0.288			Wallace
„		0.279 **			Stanford, 1877
„	0.0488*			Берега Франции	Allary, 1881
„	0.049			„	Gautier, 1899
„ (12)		0.405		Бретань (Roscoff, Portrieux)	Freundler и др., 1922
„	0.09			Бретань	Vincent, 1924
„		0.378		Нормандия	Marchand, 1865
„			0.714	Немецкое море	Witting, 1859
„ (2)		0.1885	0.6494	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause, 1919
„ (черешок) . .	0.15			Зап. поб. Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ (пластинка) . .	0.03			„	„
„ (зона роста) . .	0.09			„	„
„		0.303		Берега Норвегии	Beckmann u. Bark, 1916
„ (4)		0 496		Зап. берег Норвегии	Krefting, 1899
„			1.67	Балтийское море	Vibrans, 1873
„ (2)	0.043			Кольский залив, Баренцево море	А. П. Виноградов и Г. Г. Бергман, 1933
„ (5)		0.264		Берега Баренцева и Белого моря	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
„			0.933	Мурманское побережье	Вараксин, 1924
„ ? (4)			0.55	Солов. остров, Белое море	Аверкиев, 1926
„			0.68	Белое море	[illegible] 1933
„ (2)		0.14		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье США	Cameron, A. T., 1915
(8)		0.33		Калифорния (Puget-Sound)	Turrentine, 1919

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

			0.65	Белое море	(из лаб. Североиод), 1933
„ (2)		0.14		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье США	Cameron, A. T., 1915
„ (3)		0.32		Калифорния (Puget-Sound)	Turrentine, 1919
„		0.28[2]			Doherty, 1918[2]
„			0.417[1]	Охотское море (?)	Оссендовский, 1906
„			5.0[3]	Балтийское море, Швеция	Weibull, 1917
Laminaria digitata (черешок)		0.122		Шотландия	Anderson, 1881
„ (пластинка)		0.209		„	„
„		0.135		„	Sarphati, 1835
„ (черешок)		0.119		„	„
„		0.577		„	„
„		0.444		„	Wallace
„ (пластинка) . .		0.454		„	Stanford, 1877
„ (черешок)		0.295		„	„
„		0.625	2.81	Зап. берег Шотландии	Gödechens, 1845
„		0.954	5.50	Нормандия	Marchand, 1866
„ (черешок)		0.108[2]			Tunmann, 1907
„ (пластинка) . .		0.154		„	„
„		0.518		Берега Норвегии	Beckmann u. Bark, 1916
„ (черешок—2) . . .		0.19		Немецкое море вблизи Шлезвиг Гольштейн	Eschle, 1897
„ (пластинка) . . .		0.59		„	„
„ (ризоиды)		0.51	1.46	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause, 1919
„ (пластинка) . . .		0.765	2.551	„	„
„		1.7[3]		Бретань, Франция	Vincent, 1924
„ (молодой лист) .	0.122[4]			Берега Франции	Allary, 1881
„ (черешок)	0.109[4]			„	„
„	0.061[4]				Gautier, 1889

* В % свеж. ** Возд.-сух. вещ. [1] Не ясно, на что рассчитано. [2] Среднее. [3] Maximum. [4] На свеж. варек.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Laminaria digitata (пластинка)	0.123	0.595		Oslo-Fjord	Lunde u. Closs, 1930
„ (черешок и ризоиды)	0.114	0.438		„	„
„ (ризоиды)	0.095	0.461		„	„
„ (3)	0.15			Зап. берег Швеции Kristineberg	Kylin, 1929
„ (2)	0.045			Кольский залив, Баренцево море	А. П. Виноградов и Г. Г. Бергман, 1933
„ (4)	0.554			Зап. берег Норвегии	Krefting, 1899
„ (6)		0.347		Берега Баренцева и Белого морей	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
„			0.84	Белое море	(из лаб. Северонод.), 1933
„	0.074		0.753	Мурманское побережье	Вараксин, 1924
„		0.45			Doherty
„			1.201[1]	Охотское море (?)	Оссендовский, 1906
„		0.349		Атлантический океан, побер. сев. Канады, Halifax, Nova Scotia	Butler, 1931
Laminaria stenophylla		0.0996		Берега Франции	Allary, 1881
„		0.4235[1]		Охотское море	Оссендовский, 1906
Laminaria Cloustonii (черешок) (2)			1.40[5]	Шотландия, сев.-зап. и сев.-вос. берега	Hendrick, 1916
„ (пластинка) (2)			1.828	То же	„
„ (черешок)	0.23			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ (лист)	0.72			„	„
„ (зона роста)	0.11			„	„
„ (3)		0.513		Roscoff	Freundler и др., 1922
„ (2)	0.1[2]			Берега Бретани	Vincent, 1924
„		0.501		Берега Норвегии	Beckmann u. Bark, 1916
Laminaria flexicaulis (пластинка)		0.235		Берег Франции	Lelièvre et Menager, 1925

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

" (черешок) . . .		0.80		"	"
" (7)		0.678	0.995[4]	Portrieux, Roscoff (Франция)	Freundler, 1922—24
" (черешок) . . .				Шотландия	Hendrick, 1916
" (пластинка) . .				"	"
Laminaria bullata	0.008		1.285[5]	Берег Франции	Allary, 1881
" (3)		0.17		Канада St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье США	Cameron, 1914—15
" (4)		0.37		Калифорния Puget Sound	Turrentine, 1912
" (2)		0.41	2.06	Охотское море	Пентегов, Няньковский и Плаксин, 1929
Laminaria hyperborea (пластинка) (3) .		0.6603	2.9703	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause, 1919
Laminaria Andersonii		0.60		Калифорния	Turrentine, 1912
"		0.48		"	Burd, 1915
Laminaria longicruris		0.737		Сев. Канада, Атлантическое побережье, N. Brunswick	Butler, 1931
" *Lejolisii* (3)		0.623		Roscoff	Freundler, 1922
" *angustata* Sjellm (6)		0.18	0.99	Hokkaido, Тихоокеанское побережье Японии	Oshima, 1902
Laminaria longissima Miyabe (3) . . .		0.173	0.634	То же	"
" (2) . . .		0.073		Cape Atoiya, Япония	McClendon a. Takeo-Imai 1933
Laminaria japonica Arecsh		0.25	0.75	Татарский пролив, Охотское море	Лясота и Павлов
" (3) . . .		0.48		Охотское море	Няньковский и Плаксин
"		0.106	0.619	Hokkaido, Тихоокеанское побережье Японии	Oshima, 1902
"		1.234		(Китай)	Read u. How, 1927
" (5) . . .		0.128		Hokkaido, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Laminaria ochotensis Miyabe (4) . . .		0.188	0.922	Hokkaido, Тихоокеанское побережье Японии	Oshima, 1902
" (11) . .		0.206		Из разных мест Тихоокеанск. побер. Японии (Hokkaido, Riyakatan и т. д.)	McClendon a. Takeo Imai, 1933

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % воды	Место обора	Автор и год
Laminaria religiosa		1.158		(Китай)	Read u. How, 1927
"		0.127	0.679	Hokkaido, Тихоокеанское побережье Японии	Oshima, 1902
" (4)		0.419		Oshoro и Otaru, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Laminaria fragilis		0.262	1.063	Hokkaido, Тихоокеанское побережье Японии	Oshima, 1902
" *dentigera* (2)		0.177		Alaid (Курильские о-ва)	McClendon a. Takeo Imai, 1933
" *sachalinensis* (2)		0.229		Sokobetsu, Япония	"
" *coriacea*		0.232		Hokkaido, Япония	"
" sp. (4)		0.192		"	"
Saccorhiza bulbosa	0.007	0.068		Берега Бретани (Франция)	Vincent, 1924
Chorda filum	0.01			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
"	0.018	0.141		Берег Бротани	Vincent, 1924
"		0.089			Sarphati, 1835
"		0.002		Matsu-Bay, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Chorda sp.			0.287	Мурманское побережье	Варакснн, 1924
" *filum*		0.120		?	Stanford, 1877
Ecklonia cava (2)			0.478	Chiba, Yamaguchi, Япсния	Oshima, 1902
" *cava*		0.187			Okuda a. Eto, 1916
" *bicyclis*			0.531	"	Oshima, 1902
" *bicyclis* (5)		0.209			Okuda u. Eto, 1916
" *radiata*	0.06	0.40	1.5	Австралия, Sydney Heads	Doherty, 1918
" *exasperata*			0.89	Новый Южный Валлис	White, 1906
" *kurome*		0.0275		Seto Mar. Biol. St. Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Egregia laevigata (2)		0.03		Калифорния	Burd, 1915
" *Menziesii* (3)		0.03		"	"
		0.09			Turrentine, 1912

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

„ *Menziesti* (3)		0.09		„	Turrentine, 1912
Agarum fimbriatum (8)		0.151		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье США	Cameron A.T, 1904
„ (2)		0.09		Калифорния, (Puget-Sound)	Turrentine, 1912
Agarum Turneri		0.097		Сев. Канада, Halifax, Атлантический океан США	Butler, 1931
Costaria Turneri (2)		следы		Калифорния	Turrentine, 1912
„		0.029		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье США	Cameron A. T., 1915
Macrocystis pyrifera (29)		0.27		Калифорнийский берег (Puget-Sound)	Turrentine, 1912
„ (4)			0.6[6]		Balch, 1909
„ (черешок) (18)		0.13		Калифорния, (San-Diego, La Jolla)	Burd, 1915
„ (пластинка) (18)		0.18		„	„
„ (23)		0.20		Калифорния (Freshwater Bay)	Parker a. Lindemuth, 1913
„ (4)		0.22		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье США	Cameron A. T., 1915
Nereocystis Luetkeana (6)		0.14		Калифорния, (Puget-Sound)	Turrentine, 1912
„ (44)				Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанский берег США	Cameron A. T., 1915
„ (3)			0.2[6]	Калифорнийский берег США	Balch, 1909
„ (черешок) (13)		0.07		„	Burd, 1915
„ (пластинка) (13)		0.1		„	„
„ (16)		0.22		Калифорния (Freshwater Bay)	Parker a. Lindemuth, 1913
Pelagophycus porra (5)		0.36		Калифорния (Puget-Sound)	Turretine, 1912
„ (черешок)			0.55[6]	„	Balch, 1909
„ (пластинка)			0.85[6]	„	„
„ (5)		0.26		Калифорния	Burd, 1915
Arthrothamnus bifidus (Gnal) Rupr.	0.233	1.132		Hokkaido, Тихоокеанское побережье Японии	Oshima, 1902
Postelsia palmaeformis (3)		0.14		Калифорния	Turrentine, 1912

[6] в $^0/_0$ раств. солей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Pterigophora californicum		0.09		Калифорния	Turrentine 1912
Dictyoneurum californicum		0.12		"	"
Pleurophycus Gardneri (2)		0.03		"	"
Cymathaere triplicata (2)		0		"	"
Undaria					
" *pinnatifida* (11)				Matsu Bay и др., Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Alaria esculenta		0.101		Сев. Канада, Атлантический океан, Halifax, Nova Scotia	Butler, 1931
" (2)		0.059		Баренцево и Белое моря	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
Alaria fistulosa		следы		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье	Cameron, 1915
" *tenuifolia*		0.027		То же	"
" *valida*		0.08		Аляска	Turrentine, 1912
" *lanceolata* (2)		0.06		"	"
" *macroptera*		0.0435		Мыс Atoiya, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
" *dolichorhachis* (2)		0.045		Toshirari, Япония	"
Fucaceae					
Fucus vesiculosus		0.001			Sarphati, 1835
"		0.0297**			Stanford, 1877
"			0.18	Шотландия	Anderson, 1857
"			0.225	"	Hendrick, 1916
"			0.269	Зап. берег Шотландии	Gödechens, 1847
"			5		Frisby, 1880
"		0.1		Roscoff	Oswald, 1911
		0.008	0.028	Берега Бретани	Vincent, 1924

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

„		0.1		Roscoff	Frisby, 1880 Oswald, 1911
„		0.008	0.028	Берега Бретани	Vincent, 1924
„		0.112	0.74	Нормандия	Marchand, 1865
„			1.4	Немецкое море	Fagerström, 1823
„		0.02		Немецкое море, Шлезвиг Голштейн	Eschle, 1897
„ (2)[1]		0.011		Балтийское море	Beckmann u. Bark, 1916
„			1.05	„	Vibrans, 1873
„ (2)		0.0405	0.2023	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause, 1919
„ (старый лист) . . .	0.0027			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„	0.003			„	„
„	0.003			„	„
„		0.015	0.12[8]	Швеция, Балтийское море	Weibull, 1917
„			0.031		Marsson, 1851
„		0.0113			van Itallie, 1889
„ (2)		0.026		Белое море	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1932
„	0.003		0.055	Мурманское побережье	Вараксин, 1924
„		0.0127		Сев. Канада, Атлантический океан, США New Brunswick	Butler, 1931
„			0.109		Schweitzer, 1845
„			0.741[1]	Охотское море (?)	Оссендовский, 1906
Fucus serratus		0.124			Sarphati, 1835
„		0.177	0.99	Зап. берег Шотландии	Gödechens, 1847
„		0.0565			Wallace
„		0.0865 **			Stanford, 1877
„			0.213[5]	Шотландия	Hendrick, 1916
„		0.058	0.224		Schweitzer, 1845
„		0.154	0.88	Нормандия	Marchand, 1865
„ (2)	0.0075			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„	0.01	0.043		Берег Бретани, Франция	Vincent, 1924
„ (2)		0.1026	0.5083	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause, 1919

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Fucus serratus			0.56	Балтийское море	Vibrans, 1873
"		0.06		Онежский залив Белого моря	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1932
"			0.796[1]	Охотское море ?	Оссендовский, 1906
"			0.2[8]	Балтийское море, Швеция	Weibull, 1917
Ascophyllum nodosum			0.36	Шотландия	Anderson, 1857
"		0.0396			Wallace
"		0.0572**			Stanford. 1877
"		0.074	0.41	Зап. берег Шотландии	Gödechens, 1845
"			0.415[5]	"	Hendrick, 1916
"				Normandy ?	Marchand, 1866
"	0.022	0.084		Берег Бретани	Vincent, 1924
" (2)	0.011			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
"		0.062		Норвегия	Beckmann u. Bark, 1916
" (2)		0.1984	0.7934	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause. 1919
"	0.004		0.056	Мурманское побережье	Вараксин, 1924
"		0.1362		Сев. Канада, Атлантический океан, Halifax, Nova Scotia	Butler, 1931
Fucus spiralis	0.002			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
" *furcatus*		следы		Калифорния	Turrentine, 1912
" *furcatus* (6)		0.023		Канада, ст. Нанаимо, Тихоокеанское побережье	Cameron, A. T., 1914
" *evanescens* (4)		0.05		Калифорния (Puget Sound)	Turrentine, 1912
" (*macrocephalus*) . . .		следы		Аляска	"
" (8)		0.017		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье	Cameron, A. T. 1915
Fucus sp. . . .		0.027		... Индийский океан	Dixit, 1930

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Fucus sp.		0.027**		Porbandar, Индийский океан	Dixit, 1930
„ *inflatus*		0.031		Баренцево море	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
Himanthalia lorea		0.089			Stanford, 1877
„		0.0087			Allary, 1881
„ (2)		0.001	0.004	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause, 1919
„ (2)			0.03	?	Мальчевский, 1915
Halidrys siliquosa			0.08	Балтийское море, Швеция	Weibull, 1917
„		0.075	0.65	Нормандия	Marchand, 1866
„	0.021	0.086		Берег Бретани	Vincent, 1924
„	0.0083			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„		0.264	1.030	Немецкое море, Helgoland	Albert u. Krause, 1919
„		0.2131		?	Stanford, 1877
Cystophyllum geminatum		0.25		Аляска	Turrentine, 1912
Turbinaria fusiformis		0.06		Enoshima, Япония	Okuda a. Eto, 1916
Pelvetia caniculata	0.004	0.021		Берег Бретани, Франция	Vincent, 1924
Cystoseira barbata		0.0077	0.0478	Берег Крыма, Черное море	Шкателов, 1917
„ *discors* (2)			0.027	Неаполитанский залив	Scurti. 1906
„ *fibrosa*	0.0027	0.011		Бретань (Франция)	Vincent, 1924
„ *siliquosa*		0.142			Sarphati, 1835
Sargassum linifolium (2)			0.072	Неаполитанский залив	Scurti, 1906
„ *siliquastrum*		0.339		Китай	Read a. How, 1927
„ *enerve* (2)		0.126		Kanazawa, Япония	Okuda a. Eto, 1916
„ *Horneri*		0.081		Misaki, Тихоокеанское побережье Японии	„
„ *serratifolium* (6)		0.130		То же	McClendon a. Takeo Imai, 1933
„ *Ringgoldianum* (2)		0.120		„	„
„ *tosaense* (2)		0.0175		Seto, Mar. Biol. Station Япония	„

** Сухо-воздушное вещество.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Sargassum patens (4)		0.021		Seto, Mar. Biol. Sta. Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
„ *aquifolium* (2)		0.0039		„	„
„ *microcanthum*		0.0035		„	„
„ *tortile* (4)		0.034		„	„
„ *Thunbergii* (5)		0.041		„	„
„ *confusum*		0.0095		Matsu Bay, Япония	„
„ *piluriferum* (2)		0.0113		Seto Mar. Biol. Sta, Япония	„
Sargassum sp. (7)		0.058		Из разных мест Японии	„
„ (3)		0.038**		Bombay, Okha и др., Индийский океан	Dixit, 1930
„		0.054			Smith, 1909
„		0.029			„
Dictyotaceae					
Padina arborescens (2)		0.0025		Seto, Mar. Biol St., Япония	McClendon, Takeo Imai, 1933
Padina pavonia (2)		0.003		„	„
Haliseris undulata		0.007		„	„
Zonaria diesingiana		0.021		„	„
Dictyota dichotoma		0.0043		Matsu Bay, Япония	„
Sphacelariaceae					
Sphacelaria bipinnata	0.1			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Encoeliaceae					
Scytosiphon lomentarius		0.014		Канада, St. Nanaimo, Тихий Океан	Cameron, 1915
Colpomenia sinuosa		0.006		Matsu Bay, Япония	McClendon, Takeo Imai, 1933
„ sp.		0.006		„	„
Punctaria latifolia		0.0046			
Asperococcaceae				Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Punctaria latifolia		0.0046		„	„
Asperococcaceae					
Asperococcus bullosus	0.			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Dictyosiphonaceae					
Dictyosiphon hippuroides	0.063			„	„
Desmarestiaceae					
Desmarestia aculeata	0.12			„	„
„ (2)		0.463		Баренцево и Белое моря	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1932
Desmarestia viridis	0.0076			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„		0.026		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье	Cameron, 1915
Desmarestia ligulata		0.019		То же	„ 1914
„ *herbacea*		0.058		„	„ 1915
„ *herbacea*		0.09		Колифорния, Puget Sound	Turrentine, 1912
Spermatochnaceae					
Stilophora rhizoides	0.012			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Mesogliaceae					
Mesogliaea vermiculata	0.0011			„	„
Chordaria flagelliformis		0.281**			Stanford, 1877
„	0.05			„	Kylin, 1929
„		0.023		Канада, Тихоокеанское побережье	Cameron A. T., 1915
Chordaria firma		0.0027		Matsu Bay, Япония	Mc Clendon a. Takeo Imai, 1923
Corynophloeaceae					
Leathesia diformis (3)		0.011		Канада, Тихоокеанское пеберeжье	Cameron A. T., 1915
Ectocarpaceae					
Pylaiella litoralis	0.0036			Зап. берег Швеции	Kylin, 1929
Ectocarpus tomentosus	0.019			„	„

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Еще Gaultier de Claubry, а позже многие другие — Moride, Pellieux, Weitzig и все более поздние исследователи обратили внимание на значительно более высокое содержание иода в видах рода *Laminariae*, нежели в других *Phaeophyceae*. Факт этот настолько очевиден, что нам достаточно будет просмотреть табл. 38, чтобы убедиться в этом. Виды *Laminariae* наиболее богаты иодом, как мы увидим дальше, не только среди бурых, но и среди всех других водорослей вообще. Из европейских видов самые богатые иодом *Laminaria digitata* и *L. saccharina*, а также *L. Cloustonii*, *L. flexicaulis*, *L. bullata* и др.; из американских (берег Тихого океана) — *Lam. Andersonii*, из японских — *Laminariae bullata*, *L. japonica* *L. religiosa*. Количество иода в них, например в *Laminariae digitata*, достигает до 5.0% в золе водорослей или 1.0% в сухом, что равно 0.2% J в живой водоросли.

Следующее место по концентрации иода из тех же *Laminariaceae* занимают так называемые гигантские водоросли из подсемейства *Lessonioideae*: *Macrocystis pyrifera*, *Pelagophycus porra*, *Nereocystis Luetkeana*, *Lessoniae*, *Dictyoneuron calif.*, *Postelsia palmaeformis*. Содержание в них J по данным американских авторов колеблется (табл. 39).

Таблица 39

Пределы колебания J в гигантских водорослях (в %% сухого вещества)

Название вида	Minim.	Maxim.	Среднее	Авторы
Macrocystis pyrifera (29)	0.15	0.41	0.27	Turrentine, 1912
» (23)	0.14	0.27	0.20	Parker u. Lindemuth, 1913
» (72)	0.10	0.41	0.17	Burd,[1] 1915
Nereocystis Luetkeana (49)	0.01	0.30	0.17	Cameron,[1] 1915
» (16)	0.13	0.30	0.215	Parker u. Lindemuth, 1913

Содержание иода в других родах *Laminariaceae* несколько меньше, сравнительно с *Laminariae* и *Lessonioideae*, хотя в отдельных случаях некоторые виды оказываются особо богатыми. Повторяется правило, о котором будет еще сказано, когда среди рода (или нескольких родов) относительно богатых тем или иным химическим элементом выделяются отдельные виды с очень высоким содержанием его.

3-е место по содержанию J занимают роды *Eckloniae*, *Agarum*, *Alariae* J колеблется в них от 0.05 до 0.2% в сух., т. е. его в несколько раз меньше, чем у *Laminariae*, но в общем все они с высоким содержанием J. Для других родов и видов *Laminariaceae* не менее характерно относительно высокое содержание J; см. напр. *Egregiae*, *Arthrothamnus*, *Pleurophicus* и др.

[1] Анализы разных частей водорослей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Но анализы для них не столь многочисленны, чтобы можно было сделать какой-либо вывод. Другое, хорошо представленное анализами семейство *Fucaceae* в общем содержит иод в 5—10 раз в среднем меньше, чем вышеназванные виды *Laminariae*. Виды *Fucaceae* разных мест дают примерно один и тот же порядок содержания иода, например, для *Fucus vesiculosus* около 0.1%, *Fucus serratus* 0.1%, *Ascophyllum nodosum* около 0.1%, *Cystoseirae* около 0.1% в сух. вещ., для других несколько меньше. Отмечаются более значительные колебания в содержании иода у видов *Fucaceae*, нежели у *Laminariae* из разных мест. Причина этого, может быть, лежит во времени сбора водорослей, а также глубин, с которых они были взяты. Вообще виды *Phaeophyceae*, взятые вблизи берега и с небольших глубин, содержат J меньше, чем взятые из открытого моря. *Fucaceae* как правило находятся в полосе прибоя, в литорали. Если мы расположим по вертикали глубины, на которых обычно обитают те или иные виды, то в соответствии с этим, разным вертикальным зонам будет отвечать различное содержание в водорослях иода, и чем глубже, как правило для *Phaeophyceae*, тем больше (табл. 40).

Таблица 40

Содержание J в %% на сухое вещество в различных водорослях[1] (в связи с их вертикальным распределением в море)

Глубина	Название вида	J	Название вида	J	Название вида	J
Литораль	Ассоциации Северного Ледовитого океана (Баренцево море)		Ассоциации Атлантического океана (Шотландия, Франция)		Ассоциации Тихого океана (берег Калифорнии)	
0 м	*Rhodymenia palmata*	0.001	*Fucus vericulosus*	0.02	*Enteromorpha linza*	0.02
	Fucus vesiculosus	0.02	„ *siliquosus*	0.02	*Porphyra perforata*	
	Ascophyllum nodosum	0.03	*Ascophyllum nodos.*	0.08	*Fucus evanescens*	0.05
5 м			*Himanthalia lorea*	0.01	*Gigartina mamillosa*	0.02
Сублитораль	*Fucus serratus*	0.06	*Laminaria sacch.*	0.40	*Polysiphonia* sp.	0.01
	Alaria esculenta	0.05	„ *flexicaulis*	0.3	*Alaria valida*	0.08
10 м	*Laminaria saccharina*	0.3	*Saccorhiza bulbosa*	0.1	*Laminaria bullata*	0.4
	Laminaria digitata	0.3			„ *sacch.*	0.3
	Delesseria sinuosa	0.05			*Costaria costata*	0.03
	Ptilota plumosa	0.4			*Nereocystis Luetk.*	0.2

Мы привели вертикальный разрез естественных ассоциаций водорослей с трех берегов из различных широт и всюду это правило, в общем, для *Phaeophyceae* выдерживается. Иодный уровень является типичным

[1] Приведены средние данные для некоторых типичных водорослей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

для отдельных видов водорослей, одновременно характеризуя виды, обитающие в определенных одинаковых условиях.

Подобная же закономерность наблюдается для *Phaeophyceae* по мере удаления обитания вида от берега к открытому морю. Одни и те же виды, по мере удаления, повышают содержание иода (табл. 41).

Таблица 41

Содержание J в водорослях, взятых вблизи берега и в открытом море (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)

Название вида	Вблизи берега	J	В открытом море	J
Laminaria japonica . . .	Вблизи Владивостока (Охотское море)	Ок. 0.2	Татарский пролив	Ок. 0.3
Phyllophora rubens . . .	Вблизи Севастополя (Черное море)	Ок. 0.10	Черное море	Ок. 0.3
Trailliella intricata . . .	Гавань вблизи Kristineberg (Швеция)	0.13	Западный берег Швеции (Атлантический океан)	0.53

Среди *Fucacea* относительно богаты J роды — *Fucus*,[1] *Cystophyllum*. Для других семейств *Phaeophyceae* данные единичны. Так, например, из *Desmarestiaceae* богаче других видов из этого семейства — *Desmarestia aculeata*; из других семейств — *Chorda filum*, *Dictyosiphon hippur*. Наиболее богатые у *Phaeophyceae* из более теплых морей, напр. типичные *Sargassum*, *Cystoseira*, не отличаются по содержанию J от обычных северных *Fucus*'ов. Сказывается ли обитание в различных широтах на содержание иода у одного и того же вида? Расселение водорослей вдоль берега, например островов Японии или фиордов Скандинавии, связано с многочисленными вариациями условий существования. Каждый вид приурочен к определенному температурному режиму, солености и т. п. Очень вероятно что эти условия находятся в связи с интенсивностью накопления иода. Данных, однако, нет. Более общее правило таково, что моря с большей соленостью и холодных поясов благоприятствуют накоплению иода водорослями, на что обращали внимание многие (см. Pellieux). *Laminariae*, как мы знаем, не продвигаются на юг дальше 30° сев. широты. Turrentine, Parker и Lindemuth и др. не получали резкого различия в содержании иода в гигантских водорослях, взятых с калифорнийского берега от южных островов до Аляски, хотя Cameron указывает на богатство *Macrocystis* иодом сравнительно с *Nereocystis* (более северным видом) в 2 раза.

Среди водорослей теплых морей не имеется представителей, подобных *Laminariaceae* по величине концентрации иода. Виды из умеренного пояса

[1] *F. furcatus*, *F. spiralis* — как правило среди них наиболее бедны.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

южного полушария содержат иод подобно видам из умеренных вод северного полушария. Hooker указывал, что *Lessonia nigrescens* с южной оконечности Южной Америки (мыс Горн) не менее богата иодом, чем водоросли северного полушария.[1] Виды, обитающие в опресненных морях (умеренных широт или холодных), содержат иод например *Fucus vesiculosus* из Немецкого, Балтийского морей и др. (Krüger, Sundvik),[3] несколько меньше. Обращаясь к содержанию J в бурых водорослях (составляющих основную массу так наз. варека) того или иного берега в целом, мы должны признать, что для водорослей французского берега (Бретань, Нормандия) числа J наиболее высоки. Затем идут бурые водоросли Шотландии (и Ирландии), далее скандинавских берегов и Мурмана, а также и атлантического побережья Америки (Калифорния). Водоросли тихоокеанского побережья в целом менее богаты J. Водоросли Охотского моря,[2] Японских островов — напоминают по содержанию иода водоросли Шотландии. Наиболее бедные J *Phaeophyceae* с алжирских берегов (Средиземное море).

С физиологической стороны Freundler, Menager и Laurent пытаются объяснить концентрацию иода у глубоководных форм как компенсацию недостатка света для процессов ассимиляции (табл. 42).

Таблица 42

Содержание J в однолетних и многолетних водорослях

Названия водорослей	J в % сухого вещества
Однолетние:	
Saccorhiza bulbosa	0.07
„ стебель	0.08
Himanthalia lorea	0.02
Многолетние:	
Laminaria Cloust. лист	0.88
„ стебель	0.68
Laminaria flexic. лист	0.64
„ стебель	0.39
Laminaria sacchar. лист	0.30

Не входя в подробности вопроса о значении иода для развития водорослей, мы должны на основании исследований бурых водорослей при-

[1] Другие данные нам неизвестны.

[2] Требует проверки. Данные качественные.

[3] О содержании J в водорослях из морей Союза — см. помимо указанных выше еще у Марциновского, Зиновой, Нисенман, Магидзон, Иванов и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 43

Содержание J в *Phaeophyceae* в течение года — в %% сухого вещества

Названия водорослей	Месяцы							Авторы	Примечания
	I—III	IV	V	VI	VII	VIII	IX—XII		
Laminaria bullata				0.27		0.06		Cameron, 1915	Молодая
„ *saccharina*				0.206		0.156		„	
„ *saccharina*				0.078		0.176		„	
Fucus furcatus				0.042		0.015		„	
„ *evanescens*				0.028		0.016		„	
Nereocystis Luetkeana			0.272	0.250		0.079		„	Лист
„			0.305	0.133		0.065		„	Черешок
Cystoseira discors			0.0064			0.0068		Scurti, 1906	Неаполитанский залив
Sargassum linifolium				0.0054		0.0029		„	Тоже
Ecklonia cava. K.	0.118	0.118	0.147	0.255	0.216	0.142	0.267	Bureau of Fischeries (Japan) 1904	Старый черешок
Ecklonia cava. K.	0.101	0.114	0.076	0.294	0.294	0.142	0.592	Bureau of Fischeries (Japan) 1904	Старый лист
„ *bicyclis*	0.178		0.202	0.348	—	—	0.155	Okuda a. Eto 1916	
Laminaria flexicaulis	0.738				0.826	0.782		Freundler, 1922	
„ *saccharina*	0.605				0.712	0.760	0.468	„	
„ *Cloustonii*	0.455				0.571		0.502	„	
„ *Lejolisii*	0.546				0.756		0.568	„	
								Hollard	

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

знать своеобразие распределения иода от вида к виду, являющееся видовым признаком, тесно связанным с биологией данного вида.

Содержание иода в течение года в *Phaeophyceae* и других водорослях изменяется. Максимум его содержания приходится, повидимому, на время их максимального роста, и образования спор, главным образом на весенне-летние месяцы.[1] Hollard нашел максимум в летние месяцы; Wille имел максимум иода в норвежских водорослях — в июле и т. п. (табл. 43).

По Аверкиеву максимум J в *Phyllophorae rubens* (Черное море) приходится на май—август. В отдельных частях водорослей, особенно у *Laminariaceae*, более высоко морфологически дифференцированных, еще Sarphati, Struve, Allary, Anderson, Wille и многие другие отмечали большое содержание J в пластинках (листа) *Laminariae*, в сравнении с черешком (табл. 44).

Таблица 44

Содержание J в %% сухого вещества в разных частях *Phaeophyceae*

Названия водорослей	Листов. пласт.	Черешки (стебли)	Автор
Laminaria digitata	0.2946	0.4535	Stanford, 1877
„	0.137	0.209	Anderson,* 1857
„	0.084	0.113	Tunmann,* 1907
„	0.19	0.59	Eschle, 1897
„	0.094	0.084	Hendrick, 1916
„	0.3853	0.4830	Closs u. Lunde, 1930
„	0.051*	0.0765	Albert u. Krauser, 1919
„ *Lejolisii*	0.76	0.56	„ „
„ *saccharina*	0.55	0.46	„ „
„ *flexicaulis* (?)	0.74	0.58	„ „
Laminaria Cloustonii	0.755	0.57	Freundler, 1922
Nereocystis Luetkeana	0.2550	0.248	Cameron, 1915
Laminaria digitata	0.452	0.416	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
Laminaria saccharina	0.446	0.301	То же
Laminaria hyperborea	0.7346	0.6603	Albert u. Krause, 1919

Kylin в свежих *Laminariae* находил обратное отношение. (См. еще Michaelis).

У гигантских водорослей большого различия в содержании J в листовых пластинках и стеблях не замечается — см. Burd, Parker и Lindemuth, Balch и др. То же и в разных частях *Fucaceae* — см. Kylin.

По данным Kylin область точки роста — наиболее богата у *Laminariae* иодом. Возраст водорослей также оказывает влияние на содержание

[1] Иногда сдвигаясь, повидимому, к осени — см. Kemp, Okudo и Eto.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

иода. Более молодые водоросли богаче J. Известны обратные указания. Однако здесь нужно учитывать время сбора водорослей.

Таблица 45

Содержание J в молодых и старых водорослях (*Phaeophyceae*) в %% сухого вещества

Названия водорослей	Молодые	Старые	Автор
Laminaria digitata	0.122	0.057	Allary, 1881
Laminaria saccharina	0.652[1]	0.451[2]	Freundler, 1922
Ecklonia cava Kjellm.	0.084	0.076[3]	Bureau of Fisher (Japan) 1904

Вопрос о том, в каком виде иод находится в водорослях до сих пор дискутируется. Потеря иода при длительном хранении водорослей была замечена еще промышленниками (Thiercelen, Pellieux и Allary и др.) Эта потеря происходит и во время лежания водорослей на берегу. Частично иод вымывается водой атмосферных осадков.

Опыты Stranford, Beckmann и Bark это вполне подтвердили.

Таблица 46

Извлечение J из водорослей путем промывания водой

Продолжительность промывания	*Laminaria dig.* % J	*Ascophyllum nod.* % J
В начале опыта	0.528	0.060
	0.057	0.051
Промывание 3 час.	0.020	0.040
„ 6 час.	0.021	0.032
„ 12 час.	0.023	0.025
„ 24 час.	0.020	0.024
„ 2 дня	0.023	0.019
„ 3 „	0.021	0.019
„ 4 „	0.022	0.018
„ 5 „	0.020	0.017
„ 6 „	0.019	0.016
„ 7 „	0.021	0.013

[1] В мае мес.
[2] Без спор.
[3] Спороносные.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Из *Laminariae*, всегда нормально обитающих под водой, J вымывается почти весь с первого промывания (90%), а напр., из *Ascophyllum*, известную часть жизни находящегося вне воды (во время отлива), J вымывается очень трудно (75% через 7 дней) и т. д.

Еще Dorvault (1849) считал, что иод в водорослях находится в виде солей HJ, главным образом KJ. Это мнение разделяли многие, другие, напр., Pillieux и Allary, Segers-Laureys, Oswald, Kay, van-Itallie, Kylin. Иод в водорослях находится в неорганической форме и в таком виде переходит в воду. Freundler с сотрудниками считал, что J связан в водорослях с рубидием и высказал по этому поводу ряд обоснованных соображений. Eschle указал на нахождение органических соединений J в водорослях. Okuda и Eto исследовали *Eckloniae* и считают, что главная часть J связана в органическом комплексе, напр. в *Eckloniae bicyclis* от 50 до 80% связанного органического иода. Смотри также Weiss (*Fucus vesiculosus*).

Большинство современных исследователей допускает нахождение J в водорослях в обеих формах, причем у разных видов отношение J $\frac{\text{неорганический}}{\text{органический}}$ может быть различно и, как показали многие, иод может переходить из одной формы в другую. (См. Fellenberg, Lunde, Kylin, Freundler, Lelievre и Menager, Closs, Okuda и Eto). Трофимов нашел в водорослях *Laminaria saccharina* и *Laminaria digitata* более 60% минерального иода.

Обе формы соединений иода хорошо переходят в водные и другие растворители. Так Lunde и Closs нашли в разных частях *Laminaria digitata* следующие количества J в разных формах (в % к общему иоду):

Название частей водоросли	Водный раствор	Спиртоводный	Иодид	Связан с кальц. соединением	Связан с альгиновой кислотой.	Остаток
Стебель	89.2	96.4	89.4	(0.5)	(3.3)	(2.1)
Листья	89.9	93.0	(36.0)	1.1	2.2	3.7
Ризоиды	58.1	61.5	49.2	4.4	7.0	27.1

Характер органического соединения J по Okudo и Eto (которые получили похожие фракции для *Eclonia bicyclis*) — не протеиновый. Tsukamoto и Furukawa считают, что J связан с ненасыщенными кислотами. Были высказаны взгляды о связи J в водорослях с углеводами.

В новую фазу вступил вопрос о потере иода водорослями после указания Голенкина и Robertson на потерю водорослями элементарного иода — *Bonnemaisoniae asparagoides* и др., но преимущественно красными водорослями. Это явление было открыто при помощи реакции с крахмальной

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

бумагой. Вскоре ряд авторов подтвердили эти наблюдения, главным образом работавшие с водорослями с французских берегов — Sauvageau, Mangenot. Dangeard провел целый ряд опытов, показавших наличие в водорослях, способности при жизни выделять иод в виде элементарного иода. Иод (в виде иодида) в водорослях находили более всего в особых клетках эпителия[1] (в так наз. vacuole iodique). Отсюда он мог теряться путем улетучивания в виде J („volotilisation"). Dangeard в многочисленных качественных определениях указал, что потеря J происходит заметнее других — у *Laminariaceae*, *Rhodophyceae* — водорослей, богатых иодом.[2]

Однако взгляды Dangeard и др. не были приняты другими. Многие авторы — особенно Kylin, Chemin, Chemin и Legendre, затем Lunde и Closs и др., повторяя опыты Dangeard, не могли получить аналогичных ему результатов.

Chemin и др. высказали соображения, что образование свободного J связано с изменением среды в водорослях (особенно при травме их) — подкислением. Имея в виду открытия Gertz иод-оксидазы в водорослях (расщепляет соли HJ с выделением J), некоторые авторы считали вероятным участие окислительных элементов в освобождении J — например Kylin, Dillon и др. Lunde считал, что освобождение J в водорослях идет без участия ферментов. В качестве окислителей допускали влияние O_2, O_3 и т. д.[3] Но никто не мог повторить опытов Dangeard. Suneson, работавший с водорослями шведского берега, повторил опыты на водорослях французского берега. Оказалось, что водоросли с французского берега теряют иод, а водоросли с шведского берега его не теряют (или ничтожно мало). Автор склонен видеть вместе с Kylin причину различия поведения водорослей — в различии условий существования, а именно водоросли французских берегов (вообще более богатые J, чем водоросли шведских берегов) существуют в условиях большой приливно-отливной волны, в связи с этим у этих водорослей происходят изменения проницаемости клеточных оболочек, способствующие освобождению иод-оксидазы.

Таким образом потерю свободного J водорослями нужно считать доказанной.

По характеру связи иода в водорослях, той легкости, с которой он может быть открыт, Kylin различает три группы водорослей, причем к 1-й группе он относит водоросли, содержащие J в виде солей HJ, легко обнаруживаемых. Это большинство *Rhodophyceae* (*Bonnemaisoniae*, *Trailliella*, *Falkenbergia*). 2-я группа также содержит почти исключительно иодиды — *Laminariae* и др. Наконец, 3-я, по мнению Kylin, содержит J в органических соединениях (*Sphacelaria*).

[1] Tunmann.

[2] Lelievre и Menager — не нашли летучих соединений J. Deniges et Chelle извлекали J из водоросли непосредственно органическими растворителями.

[3] См. Lami, Kay.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Излагая несколько подробнее о нахождении свободного J в водорослях, мы имели в виду показать, во-первых, что J в водорослях находится в различных соединениях и, во-вторых, что характер соединений J у разных видов водорослей различен, иногда при одинаковом содержании J в них (напр. *Laminariae* и *Sphacelariae*).

15. Иод в Rhodophyceae

Качественное определение J в *Rhodophyceae* было сделано одновременно с нахождением его в бурых водорослях (в 20-х гг. прошлого века), напр. в *Sphaerococcus, Gracilariae, Fucus amylaceus* и др. См. Davy, Herzog, Grosse, Winkler, Pasquier, Wanneberg и Kreyssig, Rigel, Bley, v. Itallie *Rhodymeniae palmatae* Magin — Bonnet. С количественной стороны красные водоросли изучены на J меньше, чем бурые. Это и понятно — они не служили источником для промышленного добывания иода, будучи небольшими по размерам, обитая на бóльших глубинах, чем бурые. Однако за последние годы на них было обращено внимание и действительно среди них оказались виды, богатые J. Принято было считать, что по богатству иодом красные водоросли стоят на втором месте (Scurti и др.). Cameron обратил внимание на богатство иодом *Nitophyllum rupestris* и *N. violaceum*.

В 1914 г. ак. Л. Писаржевский и Аверкиев открыли в Черном море новую в отношении богатства иодом водоросль, багрянку — *Phyllophora rubens*.[1] Наконец, другими авторами — Kylin, Виноградов и Бергман и др., было указано на ряд новых, обогащенных иодом, видов *Rhodophyceae*. Аналитические данные для *Rhodophyceae* приведены в табл. 47.

В табл. 47 нетрудно рассмотреть группу *Rhodophyceae*, богатых иодом, и вторую — с обычным его содержанием. К первой группе можно отнести:

Phyllophora	*rubens*	(Черное море)
„	*Brodiei*	(Баренцево море)
Trailliella	*intricata*	(Атлантич. океан бер. Норвегии)
Ptilota	*plumosa*	(Баренцево море, Тихий океан)
Nitophyllum	*rupestris*	(Тихий океан, Америка)
„	*violaceum*	„ „ „
Soliera	*chordalis*	(Атлант. ок., берега Франции)

Исключительно высокое содержание иода показывает *Trailliella*. Все виды, отнесенные по содержанию J к 1-й группе при различных исследованиях на иод, обращали внимание многих авторов. Еще ранее, чем был количественно определен J в них, Kylin, Dangeard, Chemin показали гистохимически, что в *Trailliella*, в частности, много иода и он особенно легко здесь открывается (находится в особых клетках эпителия). Kylin отнес ее к своей первой группе по характеру содержания.

[1] *Phyllophora rubens* Grew. β *nervosa* forma d. Hauk.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 47

Содержание J в *Rhodophyceae*

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Bangiaceae:					
Porphyra laciniata		0.0085		Сев. Канада, N. Brunswick. Атлантический океан, США	Butler, 1931
„ *umbilicalis*	0.0008			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ *vulgaris* (*laciniata*) (4) . .		0.009		Канада, тихоокеанское побережье США (Nanaimo St.)	Cameron A. T., 1914
Helminthocladiaceae:					
Nemalion multifidum	0			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ *vermicolare* (4)		0.0013		Matsu Bay, вблизи Asamushi. Япония	Mc Clendon a. Takeo Imai, 1933
Gelidiaceae:					
Gelidium Amansii		0.092		Канада, St. Nanaimo, тихоокеанское побережье	Cameron, 1914
„ *Amansii* (2)		0.0135		Seto, M. Biol. St., Япония	Mc Clendon a. Takeo Imai, 1933
„ *japonicum* (2)		0.0215		„	„
„ *subcostatum* (2)		0.032		Matsu Bay, Япония	„
„ sp. (2)		0.0075		„	„
Prionitis Lyallii		0.043		Тихоокеанское побережье Канады	Cameron, 1914
Furcellaria fastigiata	0.0012			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„		следы		La Manche, Франция	Vincent, 1924
„		—	0.06	Балтийское море, Швеция	Weibull, 1917
Gigartinaceae:					
Chondrus crispus	0.0018			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„	0.0069			Кольский залив, Баренцево море СССР	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1932
		0.0765	0.3	Helgoland	Albert u. Krause, 1919

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

				Кольский залив, Баренцево море СССР	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1932
„		0.0765	0.3	Helgoland	Albert u. Krause, 1919
„		0.0736		Сев. Канада, Nova-Scotia, Атлантический океан	Butler, 1931
„		0.009		Канада, St. Nanaimo, тихоокеанское побережье	Cameron A. T., 1915
Chondrus acellatus (2)		0.0023		Matsu Bay, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
„ sp. (6)		0.0045		Япония, Matsu Bay, Sapparo (Hokkaido) и др.	„
Gigartina radula		следы		Калифорния	Turrentine, 1912
„ *radula* (3)		0.006		Канада (St. Nanaimo), Тихий океан США	Cameron A. T., 1914
„ *spinosa*		следы		Калифорния	Turrentine, 1912
„ *mamillosa* (?)		0.016		Канада (St. Nanaimo), Тихий океан США	Cameron, 1914
„ *mamillosa* (?)		0.1237		Сев. Канада, Nova Scotia Атлантический океан США	Butler, 1931
Iridaea (*Dilsea*) *edulis*	0.0083			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ *laminarioides*				„	„
„ *laminarioides* (2)		0.036		Hokkaido, Sapparo, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Phyllophora rubens (33)		0.27	0.65	Черное море	Аверкиев 1915
„ *rubens*			1.31[1]		Аверкиев, 1927
„ „ (22)		0.457		Черное море	Комаровский, Тюльпина и Фишер, 1934
„ *Brodiaei* (2)	0.026			Кольский залив, Баренцово море	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1933
Halosaccion ramentosum (2)	0.0033			„	„
„ *ramentosum*		0.029		Сев. Канада, N. Brunswick, атлантическое побережье, США	Butler, 1931
Halasaccion glandiforme		следы		Аляска и Калифорния, США	Turrentine, 1912
„		0.006		Канада, St. Nanaimo, тихоокеанское побережье США	Cameron A. T., 1914
Gymnogongrus furcellatus		0.015		Matsu Bay, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933

[1] См. стр. 180.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Constantinea sitchensis		0.019		Тихоокеанское побережье Канады	Cameron A. T., 1915
Sphaerococcaceae:					
Gracilaria sp.		0.023**		Okha, Индийский океан	Dixit, 1930
Hypnea sp. (2)		0.085		Seto, M. B. Stat., Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Rhodymeniaceae:					
Rhodymenia palmata	0.012	0.031		Bretagne, Франция	Vincent, 1924
"	0.0008			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
"		0.712 (!)		?	Stanford, 1877
" (2)	0.0009			Кольский залив, Баренцево море	А. П. Виноградов и Г. Бергман, 1932
"		0.021		Мурманское побережье, Иоканьга губа	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
" (2)		0.0231		Сев. Канада, N. Brunswick Nova Scotia, атлантическое побережье США	Butler, 1931
" (??)		(0.122)		Канада, тихоокеанское побережье США	Cameron A. T., 1915
" (*linearis*)		0		Аляска	Turrentine, 1912
Euthora fruticulosa		0.053		Канада, St. Nanaimo, Тихоокеанское побережье США	Cameron A. T., 1915
Chylocladia Wrightii (2)		0.0012		Matsu Bay, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
" *champia parvula* (2)		0.0017		Seto, M. B. Stat., Япония	
Delesseriaceae:					
Delesseria sanguinea	0.0015			Зап. берег Швеции Kristineberg	Kylin, 1929
" *sinuosa*	0.011			Кольский залив, Баренцево море	А. П. Виноградов и Г. Бергман, 1932
Lomentaria clavellosa	0	0		Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

				…залив, Баренцево море	А. П. Виноградов и Г. Бергман, 1932
Lomentaria clavellosa	0	0		Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Nitophyllum ruprechtianum		0.158		Канада, St. Nanaimo, Тихий океан США	Cameron, 1914
„ *violaceum*		0.127		Канада, St. Nanaimo, Тихий океан США	„
„ *punctatum*		следы		Bretagne, Франция	Vincent, 1924
Phycodris sinuosa	0.0036			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Rhodomelaceae:					
Rhodomela pinastroides		0.038			Stanford, 1877
„	0.012	0.071		Bretagne, Франция	Vincent, 1924
Rhodomela subfusca	0.0018			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ *virgata*	0.0015			„	„
„ *larix*		0.014		Канада, St. Nanaimo, тихоокеанское побережье США	Cameron A. T., 1914
„ sp. (2)		0.0205		Hokkaido, Sapparo, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Polysiphonia urcelata	0.0056			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ *violaceae*	0.0048			„	„
„ *elongata*	0.002			„	„
„ *nigrescens*	0.001			„	„
„ *tenuistriata*		0.009		Канада, St. Nanaimo, тихоокеанское побережье США	Cameron A. T., 1915
„ *tubulata*		0.007		Канада, St. Nanaimo, тихоокеанское побережье США	„
Odonthalia dentata	0.009			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„	0.010			Кольский залив, Баренцево море	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1933
„		0.078		Онежский залив, Белое море	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1932
Odonthalia corymbifera (2)		0.043		Hokkaido, Sapparo, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Laurencia pinnatifida	0			Зап. берег Швеции	Kylin, 1929
" sp. (4)		0.016		Matsu Bay, Seto St., Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Brongniartella byssoides	0.0036			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Ceraminaceae:					
Ceramium rubrum	0.0009			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
"	0.0038			Кольский залив, Баренцево море,	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1932
"			следы	Helgoland	Albert u. Krause, 1919
"		следы		Балтийское море	Vibrans, 1873
Ptilota plumosa	0.06			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
" (2)	0.042			Кольский залив, Баренцево море	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1932
" (2)[1]		0.23		Остров Карагинский, Берингово море	Трейман, 1931
"		0.40		Мурманское побережье, Иоканьга губа	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
Ptilota pectinata (2)		0.285		Hokkaido, Sapparo, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Antithamnium plumula	0			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Asparagopsis Sanfordiana		0.092**		Индийский океан, Okha	Dixit, 1930
Rhodophyllidaceae:					
Cystoclonium purpurescens	0.0021			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
Eucheuma papulosa (2)		0.0035		Seto, M. B. Stat., Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Tichocarpus crinitus (2)		0.0056		Hokkaido, Sapparo, Япония	"
Solieria chordalis	0.024	0.158		La Manche, Франция	Vincent, 1924
Grateloupiaceae:					
Halymenia sp.		0.035**		Okha, Индийский океан	Dixit, 1930

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Solieria chordalis	0.024	0.158		La Manche, Франция	Vincent, 1924
Grateloupiaceae:					
Halymenia sp.		0.035**		Okha, Индийский океан	Dixit, 1930
Schizymenia Dubyi (2)		0.0011		Matsu Bay, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Grateloupia affinis (2)		0.0037		„	„
„ *filicina* (2)		0.0021		„	„
„ *divaricata* (2)		0.0075		„	„
„ *ligulata* (2)		0.0067		„	„
„ sp.		0.0310		Seto, M. B. Station, Япония	„
Phizophyllisaceae:					
Chondrococcus hornemanni (2)		0.0105		Seto, M. B. Station, Япония	„
Spongiocarpeae:					
*Polyides rotundus****	0.0017			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„	0.0017			Кольский залив, Баренцево море	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1932
„		0.012		Двинский залив (Мурманское побережье), Паньгама губа	Бруевич, Трофимов и Гартман, 1933
Corallinaceae:					
Corallina officinales		0.005		Канада, Тихоокеанское побережье САСШ	Cameron A. T., 1914
„ sp. (3)		0.0033		Matsu Bay, Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Amphiroa sp. (4)		0.0071		„	„
Cheilosporum sp.		0.0067		Seto M. B. Station, Япония	„

*** Относят к *Gelidaceae*.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

иода (гл. образом иодиды), он же в частности указал, что *Trailliella*, взятая в гавани (Kristineberg), содержит меньше иода (0.13%), чем из открытого моря. Интересно отметить, что *Trailliella* частый эпифит на *Phyllophorae*, которая, в свою очередь, эпифитирует на *Laminariae*. Все это богатые иодом водоросли. *Phyllophora* из Черного моря как из открытого моря, так и из прибрежной полосы были исследованы в многочисленных анализах ак. Л. Писаржевским и Аверкиевым, а затем Аверкиевым и качественно Dangeard (Франция), показавшими богатство ее J, и др.[1]

Phyllophora также менее богата иодом в прибрежной зоне, например в золе *Phyllophora rubens* из моря было найдено до 2.82%, а в золе из водоросли, взятой в бухте — < 0.5.[2] *Phillophora rubens* залегает на глубине 6—60 м у дна Черного моря, образуя так называемое „филлофорное поле". Как теперь выяснилось, *Phyllophora* не прикрепляется ко дну, а в силу своего удельного веса, повидимому, держится около дна, перемещаясь целыми полями с одного места на другое (см. В. Липский).

Подобные же поля-заросли красных водорослей образуют и другие виды, богатые J, напр. *Ptilota plumosa* в Северном море, на тихоокеанском побережьи и т. п. *Phyllophora Brodiaei* из Кольского залива, по нашим определениям, содержит J одного порядка с местными *Laminariae. Ptilota plumosa*[3] из четырех различных мест — одинаково богата J. В ней легко J открывается гистохимически, качественно. О *Nitophyllum* и *Soliera* см. также у Dangeard. Однако в *Nitophyllum punctatum* Vincent указывает лишь следы J. Список видов, богатых J, из *Rhodophyceae* далеко не полон. Для многих *Rhodophyceae* нет количественных определений иода, а известны лишь качественные. Что среди них еще много будет открыто богатых J видов — потверждается, напр., анализами Dixit, у которого среди разных водорослей наиболее богатой J оказалась *Asparogopsis*. Sauvageau, Kylin также относят ее к богатым иодом *Rhodophyceae*, подобно *Trailliella* и др. *Plumaria elongata* по качественным пробам (Kylin) также богата J. Еще ранее того Molisch отметил *Plumariae* как единственную богатую J багрянку из ряда других исследованных им водорослей.[4]

Dangeard качественно указывает на значительное количество в *Plumaria* иода, как и в ряде других *Rhodophyceae*.

Следует напомнить, что впервые именно для *Rhodophyceae* была указана потеря элементарного иода (Golenkin, Robertson), а также так наз.

[1] Molisch при качественных пробах не нашел иода в *Phyllophora rubens*, но у него не было повидимому уверенности, что он имел дело именно с этим видом (*Phyllophora rub*?.)

[2] Списки качественно опробованных на J водорослей см. у Dangeard. Исследования „свободного иода" см. Sauvageau, Kylin, Chemin.

[3] Максимум J в золе *Phyllophora* находили 3.5%. Аверкиев дает в среднем 1.32% (1930). По данным из сбора экспедиций 1927 г. 0.72%; сборы 1915 г. (частью из заливов), в среднем 0.65% и 1916 г (из заливов) в среднем 0.2%.

[4] Вараксин в неизвестных красных водорослях с Мурманского берега находил 0.044% в свежих водорослях (0. 66% в золе), т. е. столько же, как и в местных *Laminariae*.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

иодоксидазы Gertz. Все это вместе указывает на богатство указанных видов J. Многими авторами, о чем мы уже говорили выше, было обращено внимание на легкость открытия J в *Traillielläe, Plumaride, Ptilotae*[1] и т. д. Иод, повидимому, в них находится главным образом в форме иодидов.

Более высокие, по некоторым авторам, чем средние числа J, напр. у *Rhodymenia palmata* (Vincent, Butler), носят единичный характер. Из анализов золы этих водорослей выясняется одновременно увеличение Cl (и щелочей) (см. тоже и для *Soliera*). Чем больше хлоридов, тем относительно больше в *Rhodophyceae* и J, независимо от степени обычного содержания данным видом иода.

Ко второй группе видов *Rhodophyceae* относится большинство — со средним содержанным около 0.01 % в сухом веществе. Наиболее бедные J оказываются *Halosaccion, Polyides, Chondrus crispus* (в связи с условием обитания изменяется содержание иода) и др. — все это виды, обитающие в литорали и в зоне приливов. Это биоценоз красных водорослей с малым содержанием иода может быть для наглядности противопоставлен другому биоценозу красных водорослей, богатых иодом, представленному видами *Trailliella, Phyllophora, Ptilota* и т. д., обитающими в сублиторальной зоне. Здесь, как и для *Phaeophyceae*, сохраняется в известной мере правило, что чем глубже водоросли обитают, тем они богаче иодом. Однако существуют исключения, усугубляющие значение иода как видового признака, вне зависимости от общих условий обитания. Так, например, *Polysiphoniae, Porphyrae* (и др. *Bangiales*), *Gracilariae*, и др.,[2] живущие нередко вместе с водорослями первой группы, однако бедны иодом. В распределении иода в ряде видов *Rhodophyceae*, как и *Phaeophyceae*, наблюдается одна и та же закономерность, как бы известный параллелизм. Как в том, так и в другом классе все водоросли содержат иод, но в разных количествах, и в *Rhodophyceae* и в *Phaeophyceae* имеются семейства (или роды), богатые иодом: *Phyllophorae, Traillielläe, Ptilotae*, с одной стороны и сем. *Laminariaceae, Lessonioideae* — с другой. Наконец, среди них выявляются роды или виды с исключительной способностью концентрировать иод — *Laminaria digitata, Phyllophora rubens* и т. д.

Rhodophyceae, склонные к накоплению $CaCO_3$ и типичные магнезиально-кальциевые *Corallinaceae* (2 и 3 группы по содержанию в них $CaCO_3$) содержат мало иода, так, например, в *Laurencia pinnatifolia* Kylin не нашел иода. В других видах их J был указан качественно (Vincent и др.; см. табл. 47).

В заключение мы должны признать, что среди *Rhodophyceae* существуют виды (и роды), исключительно богатые J подобно *Laminariae* из *Rhaeophyceae*. Поскольку *Rhodophyceae* представлены в теплых морях многочисленными видами, можно высказать предположение, что они здесь являются главными концентраторами иода водорослями, замещая в этом смысле отсутствующих в этих широтах *Laminariae*.

[1] Так же и *Ptilota asplenioides*.

[2] Качественно J указан в 15—20 видах *Rhodophyceae* помимо вышеназванных.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 48

Содержание иода в *Chlorophyceae*

Название вида	J в % живого вещества	J в % сухого вещества	J в % золы	Место сбора	Автор и год
Ulvaceae:					
Enteromorpha compressa (2)		0.006		Канада, тихоокеанское побережье США (Nanaimo)	Cameron, A. T., 1914
"		следы		La Manche (Франция), берег Бретани	Vincent, 1924
"		0.0007		Matsu Bay, Япония вблизи Asamushi	McClendon a. Takeo Imai. 1933
Enteromorpha intestinalis	0			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
" *intestinalis*		0.0026		Matsu Bay, Япония вблизи Asamushi	McClendon a. Takeo Imai, 1933
" *linza*		0.02		Канада, тихоокеанское побережье США (Nanaimo St.)	Cameron, A. T. 1915
Ulva lactuca	0			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
"		0.055[1]			Sarphati, 1835
" (v. *latissima*)		0.021		Канада, тихоокеанское побережье США, (Nanaimo St.)	Cameron A. T., 1914
" (*rigida*) (2)		0.008		Канада, тихоокеанское побережье США, (Nanaimo St.)	Cameron A. T., 1915
"		0.003		La Manche, Bretagne, Франция	Vincent, 1924
Ulva umbilicalis		0.059[2]			Sarphati, 1835
" *congolobata* (2)		0.0022		Seto, M. B. Stat., Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
Monostroma fuscum (6)		0.008		Канада, Тихий океан, США, (Nanaimo St.)	Cameron A. T., 1914—1915
[illegible]	0.0008			[illegible]льский залив, Баренцево море	Виноградов А. П. и Г. Бергман, [illegible]

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

„	0.0008			Кольский залив, Баренцево море СССР	Виноградов А. П. и Г. Бергман, 1933
Codiaceae:					
Codium fragile colifornium		0.003		Канада, Тихий океан США, (Nanaimo St.)	Cameron A. T., 1915
„ *mucronatum* (2)		0.0007		Matsu Bay, Япония вблизи Asamushi	McClendon a. Takeo Imai, 1933
„ *cylindricum* (2)		0.0045		Seto, M. B. Station, Япония	„
„ *mamillosum* (2)		0.020		„	„
„ *intricatum* (2)		0.146		„	„
Cladophoraceae:					
Cladophora rupestris	0.027			Западное побережье Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929
„ *serilla*	0			Западное побережье Швеции, Kristineberg	„
„ *Stimpsoni*		0.009		Канада, тихоокеанское побережье США, (Nanaimo St.)	Cameron A. T., 1915
„ *Wrightiana* (2)		0.061		Misaki, M. B. Stat., Япония	McClendon a. Takeo Imai, 1933
„ *glaucescens* (2)		0.002		Matsu Bay, Япония	„
„ sp.		0.0014		„	„
„ *glomerata*		0.023		Пресноводная	Zenger, 1875
„ *fragilis*		0.00098		„	Gautier, 1899
Acrosyphonia pallida	0.0021			Зап. берег Швеции, Kristineberg	Kylin, 1929

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

16. Иод в Chlorophyceae

Среди *Chlorophyceae* видов с большим содержанием иода, по сравнению с его обычным нахождением в водорослях (порядка 0.01% в сух. вещ.), не находим. *Chlorophyceae* стоят таким образом по содержанию иода на последнем месте (см. *Cyanophyceae*). Содержание иода в них равно содержанию его в видах бурых и красных водорослей, которых мы относили к группе бедных иодом. Но все же они J богаче наземной флоры во много раз. Качественные данные см. у Courtois, Fyfe, Straub, Henry (*Confervae*), Chatin (пресноводная *Conferva crispata*), Dangeard (качественное указание на значительное содержание J в *Bryopsis hypnoïdeum*, *B. plumosa*), Davy, Sarphati (*Soleniae*, *Ulvae*), Petter (*Cladophora glom.*), количественных данных немного. McClendon и Takeo Imai нашли исключительно богатую иодом *Codium intricatum*, тогда как другие виды из *Codiaceae* содержали его значительно меньше — в сотни раз.

Возникает новый вопрос: каково содержание иода в тех *Chlorophyceae*, которые живут не только в море, но и в соленых опресненных и в пресных бассейнах суши, как-то *Cladophorae*, *Vaucheriae* и др. В табл. 48 приведены некоторые данные по этому поводу.

Так, например, *Vaucheria dichotoma* f. *marina* из Тамбуканского соленого озера содержала 1.3×10^{-2}% J[1] на сухое вещество, извлекая его из воды озера (Будрик). С другой стороны, *Vaucheria* из Aare по Fellenberg содержала 3.10^{-4}% J в воздушно-сухом веществе, значительно больше, чем другие пресноводные водоросли.[2] При этом водоросли и в пресных водоемах (в частности зеленые) вообще богаче J, чем водные цветковые растения. (См. анализ Zenger — пресноводных водорослей и других растений). Отсюда как будто бы следует, что развитие этих водорослей связано с известным нахождением J в водоеме.

Chlorophyceae резко отличаются по содержанию J от первых двух классов водорослей.

17. Бром в водорослях

Бром был открыт A. J. Balard в 1825 г. в морских продуктах (в выпаренном остатке морской воды и т. п.), а вскоре и в золе водорослей — *Fucus* и др. Таким образом открытие брома было сделано через 13 лет после открытия иода Courtois в море и, в частности, в золе водорослей. Но если для иода мы вскоре имели довольно ясную картину распределения его в природе и, в частности, в море и в морских организмах, для брома в этом отношении сделано до сих пор очень мало. История Br в море далеко не изучена. Брома в морской воде[3] в 1000 раз больше,

[1] Озеро соленое — содержит в воде 10^{-4}% иода.

[2] См. Fellenberg — в *Protococcus viridis* 2.10^{-4}%. J; *Spirogyra* 3.10^{-5}% J. Gautier для пресноводных водорослей давал еще более высокие числа для иода.

[3] В виде Br'.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

чем иода, а между тем концентраторов его среди морских организмов, подобно тому как это известно для иода, найдено немного. Мы имеем в виду те же *Alcyonariae* и отчасти губки (из *Silicospongiae*), т. е. организмы, богатые и иодом. Все морские организмы богаче бромом, нежели организмы наземные. В то же время все организмы как суши, так и морские богаче бромом, нежели иодом, за исключением организмов — концентраторов иода, нами уже указанных: некоторых видов губок, некоторые *Alcyonariae*, водорослей и немногих других организмов (табл. 49).

Таблица 49

Содержание Br в породах, воде, организмах в море и на суше (в $^0/_0{}^0/_0$ вещ.)

Название	На суше	В море
Воздух	?	?
Вода	10^{-5}(?)	$6 \cdot 10^{-8}$
Горные породы	$n \cdot 10^{-4}$	—
Почвы (и илы)	$n \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-8}$
Растения (и водоросли в море)	$n \cdot 10^{-4}$(?)	$> 10^{-8}$
Животные	$n \cdot 10^{-4}$	$n \cdot 10^{-8}$
Hypophysis животных	$n \cdot 10^{-2}$	$n \cdot 10^{-2}$

Физиологическая роль брома, находящегося в организмах, неизвестна.[1] Распределение в отдельных организмах и в частности морских, как это мы видели, далеко не изучено. История брома в море, в общем, напоминает таковую же иода. Но из отмеченного нами факта обогащения J грунтов моря (при участии организмов) и необогащения их Br (относительно содержания Br в морской воде) следует, что геохимическая история этих галоидов имеет свои собственные черты.

Водоросли, вероятно, все содержат Br в том или ином количестве. Вскоре после Balard бром был указан многими исследователями в водорослях — Winkler в *Fucus amylaceus*, Herzog в *Sphaerococcus confervoides* и др.; Magin — Bonnet в *Rhodymenia palmata;* см. у Natterer о влиянии водорослей на содержание Br в морской воде; отдельные пробы у Nathanson, Pribram, Grosse, Pasquier.

Давно установилось мнение, что водоросли содержат брома меньше, нежели иода, примерно в 5—10 раз (Moridé, Gauthier de Claubry). Однако систематических количественных определений брома не было сделано. Указанное заключение покоится на единичных определениях брома и, как мы сейчас увидим, не всегда верно.

1 Наибольшее количество Br у *Vertebrata* находится в *Hypophysis*; допускают в настоящее время существование Br-органического комплекса, имеющего отношение к физиологии сна. В настоящее время в Биогеохим. лаб. Акад. Наук ведутся систематические исследования по распространению Br.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Содержание Br в разных водорослях

Таблица 50

Названия водорослей	Br в %% сухого вещества	Br в %% золы	Автор
Phaeophyceae			
Laminaria saccharina	0.034	0.25	Marchand, 1865
»		0.46	Vibrans, 1873
»		0.15	(из лаб. Северонод), 1933
Laminaria digitata	0.138	0.77	Marchand, 1865
»		0.45	(из лаб. Северонод), 1933
Fucus vesiculosus	0.094	0.62	Marchand, 1865
»		[1]	Frisby, 1880
»		0.682	Marsson, 1851
» (?)		0.22	(из лаб. Северонод), 1933
»		0.32	Vibrans, 1873
»		0.682	Fordos et Gelin,
Fucus serratus	-	следы	Vibrans, 1873
»	0.186	1.07	Marchand, 1865
Halidrys siliquosus	0.073	0.65	»
Cystoseira barbata	0.098	0.61	Шкателов, 1917
Desmarestia sp.		0.68	(из лаб. Северонод), 1933
Rhodophyceae			
Odonthalia dentata	Около 3.0!		Трофимов, 1933

Качественно бром отмечался еще кроме того Gödechens в *Ascophyllum nodosum*; Лясота в *Laminariae*. Kylin указывает Br в *Trailliella intricata, Polysiphonia urceolata, P. violaceae, P. elongata, P. Brodieae, P. nigrescens, Bronghiartella lejssoides, Rhodomela subfusca, R. virgata, Odonthalia dentata, Desmarestia aculeata, Bonnemaisonia, Anthithamnion.* Doherty указывает в *Ecklonia radiata*, Souvageau в видах *Anthithamnion*, Калищев в *Laminaria saccharina*, Oshima, и многие др.[2] Sundwik указал, что бром находится также в водорослях Балтийского моря.

В вареке с тихоокеанского побережья Америки находили 0.28% Br (и 0.61% J); Cuniasse в различных сортах варека (Франция) находил от 0.192 до 0.478% Br (и 0.60%—1.408% J).

В современных работах постоянно качественно отмечается нахождение брома в водорослях наряду с иодом.

Сравнивая содержание брома в отдельных видах водорослей с содержанием в них иода, отмечаются некоторые особенности распределения брома. Во-первых, содержание брома во всех ныне исследо-

[1] В процентах растворимой золы.

[2] Cohn в вареке 0.05% Br; см. Galloway, Stine: мы всегда находили Br в водорослях из Баренцева моря.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ванных водорослях колеблется примерно от 10^{-3} до 10^{-1}% на живую водоросль, причем большинство водорослей (*Phaeophycae* и *Rhodophycae*) содержит примерно одинаковые количества 0.5—1.0% брома в золе. Нет того разнообразия в содержании брома, которое наблюдается для иода. Несмотря на небольшое количество анализов, мы в дальнейшем должны ждать не снижения цифры для брома в водорослях, а может быть повышения, так как в морской воде мы имеем 6.10^{-3}% брома.

Во-вторых — его концентрация в водорослях (сравнительно с содержанием Br в морской воде) не превышает как правило десятка раз (иод в 10^5 раз!). В третьих, не было замечено большого различия в содержании брома в водорослях в зависимости от зоны обитания данных видов. Наконец, ничего нельзя сказать пока о видовых различиях по содержанию брома. Можно лишь отметить, что водоросли с большим содержанием иода как напр. все *Laminariae*, содержат брома (сравнительно с иодом) меньше, тогда как *Fucaceae* имеют одинаковые количества Br и J и часто даже больше Br (см. анализы Marchand, Frisby, Шкателова, Marsson и др). Очень вероятно, что отношение Br/J быть может постоянно и характерно для данного вида. Отметим исключительное количество Br в *Odonthalia dentata*.

С известным основанием можно высказать допущение, что среди *Rhodophyceae* могут оказаться относительно богатые Br виды и вот почему. Подобно тому, как была найдена способность некоторых красных водорослей и др. отщеплять J (в виде элементарного J), содержащийся в них в значительных количествах, — нечто аналогичное найдено было и по отношению Br у тех же *Rhodophyceae*. Sauvageau впервые отметил накопление свободного брома (который может быть открыт реакцией с флуоресцеином) в вакуольных клетках у родов *Anthithamnion*, *Anthithamnionella*[1] (например, *A. plumula*), *Dorniella*. Ollivier, а затем и др. нашли это явление у ряда других родов особенно у *Ceramium* — *C. rubrum*, *C. circinatum*, *C. diaphanum*, *C. strictum*, *C. elegans*, *C. tenuissimus*, *C. byssoideum* в определенных клетках водорослей.[2] Kylin допускает, что бром частично может быть связан с органическим комплексом, напр. у *Polysiphonia* и некоторых других *Rhodomelaceae*, так как он не извлекается в этих случаях H_2O. Обычно считают, что бром находится в водорослях в виде солей HBr.

Детально распределение брома в частях водорослей, изменение его содержания по сезонам не изучалось. О содержании брома в *Chlorophyceae* ничего не известно. Вероятно это наиболее бедные бромом, как и иодом, водоросли.

Чрезвычайно важно выяснить отношение Br/J в большом числе водорослей, так как из вышеприведенных примеров можно ожидать, что многие водоросли будут скорее организмами, концентрирующими Br, чем J. В этом направлении следует искать дифференциацию видов по содержанию галоидов.

[1] *Anthithamnionella refractum, A. boreale, A. pylaiisaci, A. Buttleriae, A. samiensis.*

[2] В области точки роста — Sauvageau, Kylin, Ollivier.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

После того, как наша работа была сдана в печать в нашей лаборатории была получена серия определений брома в водорослях Кольского залива, произведенная А. Симориным. Новые данные дополняют картину распределения Br в водорослях, о которой мы только что говорили. Мы их приводим в следующей таблице.

Таблица 50а

Название вида	% Br на живой вес	Название вида	% Br на живой вес
Chlorophyceae		Rhodophyceae	
Monostroma fuscum (2)	0.017	*Halosaccion ramentosum*	0.0188
Enteromorpha intestinalis	0.0031	*Rhodymenia palmata* (3)	0.011
Phaeophyceae		*Turnerella Pennyi*	0.019
		Delesseria sinuosa	0.0256
Laminaria digitata (2)	0.05	*Ptilota pectinata* (2)	0.061
„ *saccharina* (2)	0.032	*Polysiphonia fastigiata*	0.053
Desmarestia aculeata	0.044	*Odonthalia dentata* (3)	0.674
Alaria esculenta	0.022		
Chorda filum	0.025		
Ascophyllum nodosum (2)	0.017		
Fucus serratus (3)	0.016		
„ *vesiculosus* (3)	0.010		
„ *inflatus* (3)	0.0150		

18. Мышьяк в водорослях

Сложилось убеждение, что водоросли значительно богаче мышьяком, чем наземные растения. Мы должны заметить, что не только водоросли, но и все другие организмы моря богаче наземных организмов мышьяком. Следующие табл. 51, 52 это иллюстрируют.

Таблица 51

Содержание As в породах, в воде и организмах суши и моря (в % %)

Названия	На суше	В море
Вода	$< 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-6}$
Горные породы	$< 10^{-5}$	
Почвы (в море илы)	$n \cdot 10^{-5}$	10^{-3} ? !
Растения	$n \cdot 10^{-6}$	$> n \cdot 10^{-5}$
Животные	$n \cdot 10^{-6}$	$> n \cdot 10^{-5}$

Максимальная концентрация мышьяка была найдена в печени морских рыб (в жире из печени, например, трески и др.). Аналитических данных все же недостаточно. Их мало и для водорослей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Содержание As в различных водорослях

Таблица 52

Названия водорослей	As в мг на 100 г сух. вещ.	Автор
Phaeophyceae		
Laminaria digitata		Gautier 1902
„ „	0.208 *	Tassily et Leroide, 1910
„ *saccharina*	0.05	„ „ „
Sargassum siliquastum	0.01	Read a. How, 1927
Kombu	0.50	Fellenberg, 1929
Nori	2.01	„ 1929
Fucus vesiculosus	3.01	Gautier 1902
„ „	0.159 *	Tassily et Leroide, 1910
„ *serratus*	0.01	Gautier 1902
„ „	0.082 *	Marcelet, 1913
Ascophyllum nodosum	0.04	Marcelet, 1913
Padina pavonia	0.005	„ 1913
Cystoseira (2)	0.09	„ 1913
Laminaria digitata	0.07	Jones, 1922
„ *saccharina*	9.1	„ 1922
„ *japonica*	2.60	Read a. How, 1927
„ *religiosa*	2.50	„ „ 1927
Rhodophyceae		
Halopithys pinastroides	0.02	Marcelet, 1913
Jania rubens	0.3	„ 1913
Wrangelia penicillata	0.4	„ 1913
Sphaerococcus coronopifolius	0.4	„ 1913
Laurencia obtusa	0.5	„ 1913
Chondrus crispus	0.07	Tassily et Leroide, 1910
„ „	1.2	Chapman, 1926
„ „	0.5	Jones, 1922
„ „	0.90 *	Lawall a. Harrison, 1934
Alsidium helminthochorton	0.025	Tassily et Leroide, 1910
Chlorophyceae		
Ulva lactuca (2)	0.018	Marcelet, 1913
Cladophora utriculosa	0.08	„ 1913
„	0.008 *	Gautier, 1902

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Marcelet считал, что количество мышьяка в водорослях не пропорционально хлорофиллу в них, т. е. обратно тому, что известно для наземных растений по работам Jadin и Astruc.

В известном согласии с этими наблюдениями стоят данные, полученные Read и How для водорослей, употребляемых в медицине (в Китае). У последних авторов наиболее богатыми As водоросли были одновременно богатыми и J. Как мы теперь знаем, J богаты *Phaeophyceae* и большею частью *Rhodophyceae*, но не Chlorophyceae.

Зеленые водоросли содержат (по Marcelet) наименьшее количество мышьяка.[1] Мы должны отметить, что относительно богатыми As оказались (напр., у того же автора) водоросли, концентрирующие $CaCO_3$, как *Jania, Laurencia,* (*Wrangelia*) и вообще все *Rhodophyceae* — виды теплых вод. Характер соединения мышьяка в них, как и в различных морских организмах, неизвестен. Gautier, а затем и др. (см. стр. 219) считали, что мышьяк находится в виде мышьяк-органического соединения. As постоянно находили в агаре. В пресноводных водорослях его меньше, чем в морских (Fellenberg нашел в них в 10 раз меньше, чем в „kombu").

19. Кремний и алюминий в Phaeophyceae, Rhodophyceae и Chlorophyceae

1. **Содержание кремния.** Как видно из табл. 15, 25, 31, содержание SiO_2 в этих водорослях достигает обычно около 1% в золе. Имея в виду, что часто в анализах под SiO_2 показывается и песок, то количество Si в этих водорослях и того меньше. Числа, наименьшие для Si, более верны.[2] Иными словами Si не играет здесь какой-либо большой роли. *Corallinaceae*, по анализам Clarke и Wheeler и др., содержат Si от 0.02 до 2.82% в сухом веществе. Известны указания о более высоком содержании Si, например, у Lipmann и Shelley для *Lithophyllum proboscideum*. Наблюдения единичны и, вероятно, объясняются присутствием Si-содержащих включений посторонних водорослям (песок, губки, диатомовые, см. анализы Gonnermann и др. более ранние анализы). Авторы не отделяли SiO_2-тканей водорослей от SiO_2 посторонних включений. Следует считать вероятным нахождение SiO_2 в золе названных водорослей не более n. 10^{-1}%.

2. **Содержание алюминия.** Вопрос о нахождении алюминия в морских водорослях не получил достаточного освещения. Все что известно по этому поводу, позволяет думать, что мы здесь можем натолкнуться в дальнейшем на ряд интересных научных фактов. Al, как известно, в морской воде (в растворе в виде ионов $Al^{\cdots}$) $< 10^{-6}$%. Подобно тому, как ги-

[1] Atkins и Wilson высказали соображение о частичной замене P на As у морских водорослей. См. их опыты с влиянием As на пресноводные *Chlorophyceae* и данные Read, Gautier.

[2] Содержание водорослями SiO_2 5% и более следует считать в лучшем случае не проверенным. Разделение кремнезема посторонних включений от кремнезема тканей организма (нерастворимый SiO_2 и растворимый SiO_2) представляет аналитические трудности.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

дрофитные растения суши содержат относительно большие количества Al, так и морские водоросли не представляют в этом смысле исключения, но даже обогащены алюминием в еще большей степени. Очень часто в анализах дается сумма $Al_2O_3 + Fe_2O_3$, что практически не указывает содержания в водорослях ни Al, ни Fe. И тем более, как мы сейчас покажем, что Al в водорослях больше, чем Fe (в наземных растениях это отношение чаще обратно). Поэтому подобные данные, имеющиеся у многочисленных авторов (см. таблицу полных анализов водорослей), мы не можем использовать. Определений же Al отдельно от железа немного. Они единично имеются у Petter, Matsui, Lipmann, Будрика, Vincent, Gonnermann и, наконец, у Stoklasa, который специально занимался вопросом об Al в растениях вообще.[1] Данные последнего автора представляют интерес и мы их приводим (одновременно с данными для Fe в табл. 53). Качественно Kritzmann нашел Al в *Gelidium*, *Fucus* и других водорослях.

Таблица 53

Содержание алюминия в различных водорослях

Названия водорослей	Al_2O_3		Fe_2O_3		Автор
	В % сух. вещ.	В % золы	В % сух. вещ.	В % золы	
Phaeophyceae					
Laminaria digitata	0.985	5.38	0.188	1.03	Stoklasa, 1922
„ *Cloustonii*	4.56		2.06		Vincent, 1924
Alaria sp.	1.327	8.01	0.483	2.92	Stoklasa, 1922
Fucus vesiculosus	1.126	6.86	0.11	0.67	„ 1922
Sargassum bacciferum	1.512	8.03	0.084	0.45	„ 1922
Rhodophyceae					
Delesseria sp.	2.332	9.95	0.154	0.66	„ 1922
Plocamium sp.	1.352	6.65	0.187	0.92	„ 1922
Camphylophora hypnaecoides	0.45				Matsui, 1916
Gracilaria sp.	0.55				„ 1916
Chondrus crispus	9.6				Gonnermann,[2] 1917
Chlorophyceae					
Oedogonium capillare	0.259	1.640	0.109	0.69	Stoklasa, 1922
Ulva lactuca	0.102	0.725	0.060	0.43	„ 1922
Bryopsis sp.	1.414	8.25	0.090	0.53	„ 1922
Halimeda opuntia	1.419	7.14	0.115	0.58	„ 1922
Vaucheria dichotoma f. *marina*	3.45	18.53	0.79	4.25	Будрик, 1926

[1] К сожалению, методика определения Al не достаточно описана им.

[2] Был анализирован аптечный препарат

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Минимальное содержание алюминия (для наземных растений) у так называемых ксерофитов и мезофитов. Его больше в других представителях суши, как мы выше указывали, а именно гидрофитах, и особенно в *Lycopodiaceae*.

Водоросли принадлежат по содержанию алюминия к группе типичных гидрофитов. Представители всех трех классов водорослей одинаково богаты Al (часто в 10—20 раз превышает содержание Fe!). Лишь *Oedogonium* (пресноводная!) и *Ulva*, принадлежащие к *Chlorophyceae* как исключение содержат Al меньше других водорослей. Все же другие из *Chlorophyceae* и даже те, которые концентрируют $CaCO_3$, например, *Halimeda* относительно богаты алюминием. По Lipmann и Shelley в магнезиально известковых водорослях — *Lithothamnium* содержание Al_2O_3 значительно меньше, например, в *Lithophyllum proboscideum* 0.89%; *L. kaiseri* 0.29%, *Porolithon oncodes* 0.22% Al_2O_3 в золе. Walther указывает до 3.61% Al_2O_3 при значительно меньшем содержании Fe_2O_3. Что касается *Corallinaceae*, то порядок нахождения в них алюминия еще не вполне ясен. Необходимо более широкое обследование водорослей на алюминий в целях более точного выяснения его содержания в отдельных видах. Это интересно, во-первых, потому что водоросли имели непосредственное отношение к образованию квасцовых сланцев и, во-вторых, физиологическая роль алюминия в растениях и в частности в водорослях неизвестна. Эти исследования своевременны и потому, что в настоящее время вопрос о роли алюминия в организмах широко обсуждается. Отметим, что Girol нашел Al не только в золе водорослей (*Fucus platycarpus*), но и в золе альгина из той же водоросли до 34. 75% Al_2O_3 в золе (при 15% золы в сухом альгине).[1]

Остается неисследованным и самый процесс накопления алюминия водорослями из морской воды, где растворимых солей алюминия следы (n. 10^{-7}?). Возможно извлечение Al_2O_3 из глинистых (взвешенных в морской воде) частиц водорослями. До сих пор этот вопрос не ставился. Нельзя забывать, что водоросли накапливают алюминий, не накапливая кремния (за исключением диатомовых, концентрирующих кремний, многие из которых к тому же живут на *Phaeophyceae* и других водорослях, и тут может быть не только эпифитизм, но может иметь место и симбиоз). Следует также помнить, что концентрация алюминия относительно содержания его в воде достигает в водорослях миллиона раз!. Поэтому законным является предположение об извлечении Al_2O_3 (как может быть и других веществ, напр. J) из илов моря, что, однако, еще является недоказанным, требующим экспериментальной проверки.

20. Марганец в водорослях

Forchhammer нашел в *Padina pavonia* (концентрирующая $CaCO_3$!) до 8% MnO в золе; затем Maumené нашел Mn качественно в *Fucus*

[1] Зеленая окраска золы альгина, которую наблюдал López Gómez (и пытался найти в ней Ni, Cr), объясняется, очевидно, присутствием Mn. Он также указывает много Al_2O_3 в золах различных альгинов (до 1/3 золы).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

serratus; Pichard в *F. vesiculosus* и *Laminariae*. Gössl нашел мало Mn в *Porphyra vulgaris, Chondrus crispus, Sargassum vulg.* (и *Zygnema stellinum*) и др. и много в *Valonia aegrogr.* (а также в пресноводных *Characeae* и др.). Schwager нашел в *Lithothamnium* следы марганца в золе. Walther, Clarke a. Wheeler и Novaček марганец указывают в *Lithothamnium* (качественно); Leitgeb в *Acetabulariae*, Cornec в золе *Laminariae*; Marchand в *Fucus*; Kobzá и Prát в *Caulerpa prolifera, Chaetophora eudiviaefolia, Lemanea torulosa.*[1]

Таблица 54

Содержание Mn в различных водорослях

Название водорослей	Mn в %% сух. вещ.	Автор
Phaeophyceae		
Laminaria saccharina	0.00058	Vincent, 1924
Saccorhiza bulbosa	0.0015	„ 1924
Ascophyllum nodosum	0.00088	„ 1924
„ „	0.0025	Marcelet, 1913
Fucus serratus	0.0150	„ 1913
Cystoseira sp.	0.006	„ 1913
„ *amentacea*	0.0015	„ 1913
„ *fibrosa*	0.00177	Vincent, 1924
Padina pavonia	0.009	Marcelet, 1913
Pelvetia sp.	0.00115	Vincent, 1924
Chorda filum	0.0025	„ 1924
Rhodophyceae		
Halopithys pinastroides	0.0363	Marcelet, 1913
Sphaerococcus coronopifolius	0.009	„ 1913
Wrangelia penicillata	0.018	„ 1913
Jania rubens	0.020	„ 1913
Corallina officinalis	0.00225	„ 1913
Lithothamnium glaciale	0.0087	„ 1913
Rhodymenia palmata	0.00125	Vincent, 1924
Nitophyllum punctatum	0.00075	„ 1924
Chlorophyceae		
Ulva lactuca (2)	0.0025	Marcelet, 1913
Codium tomentosum (2)	0.0080	„ 1913
Enteromorpha sp.	0.00285	Vincent, 1924

[1] См. Scheele, 1774.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Систематические определения Mn в водорослях имеются лишь у Marcelet и Vincent.

Из этих данных следует, что *Corallinaceae* содержат по Marcelet до 0.02% Mn на сухое вещество, что значительно, имея в виду, что половину сухого вещества *Corallinaceae* составляет зольный остаток, главным образом, $CaCO_3$. (См. содержание Mn в *Fadina pav.*). Отсюда Mn в рифовых известняках (сравни содержание Mn в других организмах-рифообразователях).[1] Данные Vincent лишь несколько ниже, чем Marcelet. Подметить еще какой-либо правильности в содержании Mn в водорослях пока нельзя. Порядок содержания в водорослях Mn и Fe один и тот же, несколько преобладает Fe, напоминая эти отношения в пресноводных растениях. Но абсолютное содержание Mn в водорослях моря, за малым исключением, ниже, чем в наземной растительности и, в частности, водной, особо богатой Mn. В этом сказываются различия распределения Mn между морскими организмами и наземными. См. Успенского — о *Vaucheriae*, которая, повидимому, накапливает Mn.

21. Железо в водорослях

Из табл. 15, 25 и 31 можно составить лишь первое представление о порядке содержания Fe в водорослях, так как, во-первых, не всегда авторы указывают об отделении Fe от Al, поэтому возможно, что в некоторых случаях дана сумма $Fe_2O_3+Al_2O_3$. Там, где была явно дана сумма этих окислов, мы особо оговорили это обстоятельство;[2] во-вторых, нужно предположить, что числа для Fe в некоторых водорослях преувеличены вследствие не исключенного „загрязнения“ в виде обитающей на водорослях микрофлоры — *Cyanophyceae, Flagellatae, Desmidiaceae* и т. п., иногда особо богатой Fe. Систематических количественных определений (серий!) Fe в различных водорослях неизвестно. Помимо указанных в таблицах данных качественно Fe было обнаружено в водорослях многими — Schneider, Boussingault, Wille, Forchhammer и др. Некоторые количественные определения Fe, помимо приведенных выше, даем в следующей табл. 55.

Таблица 55

Содержание Fe в различных водорослях

Название вида	Fe в % сух. вещ.	Fe в % золы	Место сбора	Авторы
Laminaria japonica	0.085	—	(Китай)	Reed a. How, 1927
„ *religiosa*	0.149	—	„	„ „ 1927
Sargassum siliquastam	0.093	—	„	„ „ 1927

[1] Напр. в *Anadonta* и анадонтовых известняках.

[2] Имея в виду, что Al в водорослях больше Fe, данные для Fe без непосредственного указания на отделение Al — при анализе — должны быть приняты как очень приближенные.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Обычное содержание Fe в водорослях около n. $10^{-1}\%$ в золе (или $10^{-3}\%$ на живое веществе), т. е. не больше, чем в многих сухопутных растениях и значительно меньше, чем у большинства пресноводных растений. Водные организмы всегда несколько богаче сухопутных и среди водных особенно богаты Fe (Mn) пресноводные растения, в частности ведущие пелагический образ жизни. Подобное распределение Fe в организмах находит отражение и в содержании его у отдельных видов, родов и даже классов морских водорослей. Именно виды из *Chlorophyceae*, часть которых живет и в морской и в пресной воде, более других накапливают Fe. Из пресноводных накапливают *Cladophorae*, *Confervae*, а также многочисленные *Desmidiaceae* (Molisch, Klebs, Hanstein, Wiscslingh, Höfler). Провести строгую границу между содержанием Fe в данном виде и отложением гидратов Fe в тканях очень трудно. Существуют все переходы. Гайдуков, впервые описавший отложение гидроокиси Fe в *Confervae*, различал внешние накопления (снаружи клеток) и внутреннее (внутри клеток). Другие авторы различают факультативных концентраторов и облигатных, или сидерофильные и сидерофобные организмы. Нужно сказать, что не только присутствие в среде Fe создает условие отложения Fe в водорослях, но и характер клеточного сока водорослей в смысле, например, определенного pH и т. п. также играет большую роль. Мы будем называть, как и прежде, Fe-организмами те, которые концентрируют его в сотни и тысячи раз против обычного содержания Fe в других организмах.[1] С геохимической точки зрения это единственно верное определение.

Fe в водорослях находится в виде растворимых соединений и солей и различных гидроокисей, последние образуют в водорослях разнообразные по виду морфологические образования.

Роль пресноводных водорослей в образовании железной болотной руды общеизвестна. Для морских водорослей этот процесс не ясен, хотя, как мы уже говорили, концентрация Fe у некоторых морских водорослей, и в первую очередь у *Chlorophyceae*, наблюдается.

Отложения гидроокиси Fe в морских водорослях (помимо *Cyanophyceae* и других одноклеточных — см. ниже) были отмечены Molisch, Harder, Naumann и были предметом специального изучения Sjöstedt. Последний провел многочисленные определения на 120 видах разнообразных водорослей из Балтийского моря. Образование отложений гидроокиси Fe у разных видов идет с различной скоростью и достигает различных размеров. Так, например, они слабо развиты или их вовсе нет у *Dilseae*, *Odonthaliae*, *Rhodymenia palmata*, *Ceramium*, *Delesseriae*, *Polysiphoniae*, т. е. главным образом у красных водорослей. Более других Fe накапливается у некоторых видов *Pilayella* (*P. litoralis*), *Sphacelaria cirrhosa*, *Sph. racemosa*, *Chaetopteris plumosa*, и, как мы говорили, особенно сильно у *Chlorophyrcae*, *Enteromorphae* — *Ent. aureola* f. *ochracea*, *Ent. torta*, *Ent.*

[1] См. спор о Fe-организмах Cholodny и Naumann.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

tubolosa, Ent. prolifera, Cladophorae, Clad. rupestris, Diplonemae и др. У них были найдены отложения гидрата окиси Fe внутри клеток. В соответствии с этим в анализах Sestini некоторые *Chlorophyceae* из венецианских лагун чрезвычайно богаты Fe (влияние опреснения) (см. табл. 31). Не исключена возможность участия бактерий, *Cyanophyceae* и т. п. в образовании Fe-отложений в указанных водорослях.

Fe всегда больше в более старых образцах водорослей и меньше в молодых.

Связано ли отложение гидроокиси Fe и Mn в водорослях с отложением в тех видах и $CaCO_3$ — не ясно.

Molisch указывает следы Mn в *Acetabulariae mediterraneae, Amphiroae crypth., Corallinae rubens.* Sjöstedt считает, что как будто бы эти процессы связаны (см. *Cladophorae, Enteromorphae* и $CaCO_3$).

Он указывает Fe в ряде *Corallinaceae.*

В результате можно сказать, что из *Rhodophyceae* и *Phaeophyceae* некоторые виды накапливают Fe; чаще его накапливают *Chlorophyceae.* Опреснение, повидимому, ускоряет это явление. Для типично морских водорослей, как, например, *Laminariae* и т. д., накопление Fe не наблюдалось.

22. Содержание других металлов в водорослях (Cu, Zn, Ti, Pb, Mo, Co, Ni, Sn, Ag, Au, V, B, Bi, Sb, W, Ga, Ge, Be, Rb, Cs, Li, Sr, Ba, Tl, F и радиоактивных элементов)

Сведения о содержании других металлов в водорослях более скудны. Первые указания на нахождение Pb, Ag, Cu, Zn и др. принадлежат, главным образом, Malaguti, Durocher et Sarseaud и Forchhammer. Последний более широко поставил вопрос о нахождении реже встречаемых элементов в малых количествах в морских организмах и дал ряд определений для водорослей. Его наблюдения в свое время вызвали немалый интерес и положили начало дальнейшим исследованиям в этом направлении. Но все же для водорослей данных несравненно меньше, чем это известно в настоящее время для растений суши.

1. **Медь в водорослях.** Malaguti, Durocher et Sarseaud, а также и Forchhammer указали качественно на нахождение Cu в *Fucus vesiculosus.* Lehmann нашел 6 мг Cu в 1 кг сухого *Fucus crispus* (*Chondrus crispus?*). Hilthner и Wichmann нашли в неизвестных водорослях следы Cu. Cornec нашел Cu спектроскопически в *Laminariae.* То же в кельпе Newell и McCollum. Вот и все данные по содержанию меди в водорослях.[1] Очень вероятно, что грызущие *Molluscae* и *Crustaceae* получают Cu из водорослей: намек на это имеем в наблюдениях Paul a. Elmhirst. Систематических определений Cu в водорослях нет.

2. **Цинк в водорослях.** Определения почти отсутствуют. Forchhammer нашел Zn в *Fucus vesiculosus* (и *Zosterae*). Javillier дал единственные

[1] Для пресноводных водорослей также единичные определения см., напр., Quartaroli.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

количественные определения Zn для водорослей, а именно, он нашел в *Laminariae saccharina* 0.007% и в *Fucus vesiculatus* 0.008% в золе, т. е. несколько меньше, чем это обычно находится в наземных растениях и значительно меньше, чем в морских животных. Bertrand нашел в агаре из *Gelidium* и *Gracilaria* 7.7 мг Zn в 1 кг сухого вещества. Качественно найден в водорослях Cornec, Newell и McCollum.

3. **Титан в водорослях.** Спектроскопически Ti был указан в водорослях (*Laminariae*) Cornec. Затем Bertrand и Voronca-Spirt определили его в ряде водорослей. В течение последних 2 лет по работам Биогеохимической лаборатории Акад. Наук СССР (Ш. Каминская) выяснилось постоянное присутствие Ti во всех морских организмах (взяты были из Баренцева моря).

Таблица 56

Нахождение Ti в водорослях

Названия водорослей	В %% Ti		Автор
	В сух. вещ.	В золе	
Laminaria flexicaulis	$6 \cdot 10^{-4}$	$4.8 \cdot 10^{-3}$	Bertrand и Voronca Spirt, 1930
„ *saccharina*	$5.4 \cdot 10^{-4}$	$3.64 \cdot 10^{-3}$	„ „ 1930
Himanthalia lorea	$2.4 \cdot 10^{-3}$	$7.2 \cdot 10^{-3}$	„ „ 1930
Pelvetia caniculata	$6 \cdot 10^{-4}$	$2.52 \cdot 10^{-3}$	„ „ 1030
Ascophyllum nodosum	$3 \cdot 10^{-4}$	$1.6 \cdot 10^{-3}$	„ „ 1930
Fucus vesiculosus	$9 \cdot 10^{-4}$	$3.56 \cdot 10^{-3}$	„ „ 1930
„ *platycarpus*	$3 \cdot 10^{-4}$	$1.04 \cdot 10^{-3}$	„ „ 1930
„ *serratus*	$1.8 \cdot 10^{-3}$	$1.08 \cdot 10^{-2}$	„ „ 1930
Cystoseira fibrosa	$3.9 \cdot 10^{-4}$	$9.2 \cdot 10^{-3}$	„ „ 1930
Lithothamnium sp.	$2.5 \cdot 10^{-3}$		Каминская Ш.,[1] 1933
Rhodymenia palmata	$5 \cdot 10^{-4}$		„ „ 1933
Laminaria digitata	$2.4 \cdot 10^{-4}$		„ „ 1933

Несколько более высоким оказалось содержание Ti в *Lithothamnium*, что может осветить вопрос о нахождении в некоторых известняках Ti.[2] Качественно в водорослях — Newell.

4. **Свинец в водорослях.** Malaguti, Durocher et Sarseaud впервые нашли следующие количества Pb в водорослях (1849):

Fucus serratus	0.0018% Pb.
„ *ceramides*	
Ascophyllum nodosum	

[1] Неопубликованные данные.

[2] Н. Влодавец находил в так наз. футлярах железо-бактерий — 0.27% TiO, в золе. Найден во многих других концентрирующих Fe организмах, см. по этому поводу стр. 228.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Forchhammer нашел также Pb в *Fucus vesiculosus*, а Freundler в *Laminaria*. Известны спектроскопические находки Pb в водорослях (Cornec, Newell u. McCollum). Но настоящим образом еще о распространении Pb в водорослях (и других организмах) вопрос не ставился. Указанные количественные данные необходимо проверить.

5. **Молибден в водорослях.** Качественно Mo был найден Cornec в *Laminariae*. При химическом анализе золы *Laminaria digitata* и *L. saccharina* нам удавалось получить качественную положительную реакцию на Mo. Ter-Meulen в 1931 г. дал многочисленные определения Mo в растениях и других организмах суши, где порядок нахождения Mo оказался около 10^{-5}%. Вскоре он попытался определить Mo в морских водорослях (название вида он не приводит), где найдено было 0.16 мг Mo в 1 кг сухих водорослей, т. е. $1.6 \cdot 10^{-5}$% Mo в сухом вещ., тогда как в пресноводном растении *Azolla* (папоротник водный) содержалось $1.13 \cdot 10^{-4}$% Mo. С *Azolla* в симбиозе живет *Anabaena* (из *Cyanophyceae*), которая, как известно, фиксирует азот.[1] Bortels показал, что прибавление Mo к среде, где живет *Anabaena*, усиливает фиксацию N. В морской воде — в 40 л Ter-Meulen не мог найти Mo.[2]

6. **Кобальт и никкель в водорослях.** Известны лишь качественные находки в водорослях Cornec, Newell a. McCollum (Ni и Co) и Forchhammer — Co (и вероятно Ni; см. напр., у Roth).

7. **Олово в водорослях.** Помимо указания Cornec на присутствие Sn в *Laminariae*, появилось указание у Freundler о нахождении Jolibois и Bossuet олова в *Laminaria flexicaulis*. Freundler при этом высказал гипотезу (о превращении J в водорослях и появлении в них Sn), ни на чем не основанную.

Определение Sn в малых количествах представляет трудную задачу и, по мнению многих исследователей, известные данные по олову (для животных организмов) преувеличены. Вопрос о характере распределения Sn в организмах вообще не привлек еще достаточного внимания.

8. **Серебро в водорослях.** В золе, *Fucus vesiculosus* и *Fucus ceramides* Malaguti, Durocher и Sarseaud до $1 \cdot 10^{-3}$% Ag в золе. Качественно Ag находилось неоднократно (см. Cornec; японские авторы — Mataichi, Yasuda; Newell и др.). Ag широко распространено в других организмах. Сейчас ведутся исследования в Биогеохим. лаб. Академии Наук СССР. См. о Ag в других морских организмах (II часть). По Haber в тонне золы водорослей 0.7—1.5 г Ag, т. е. около 10^{-4}%.

9. **Золото в водорослях.** Как мы уже видели, в результате систематической работы по изучению распространения Au в морской воде от первых данных 5 мг в тонне Haber свел его содержание к 4.10^{-10}%.

[1] См. Allison.

[2] В треске $1.2 \cdot 10^{-5}$ Mo. Вода, где развивалась *Asolla*, — канал Delft — содержала $9 \cdot 10^{-8}$% Mo. В углях Mo находили часто.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Поэтому все более ранние определения Au преувеличены.[1] О золоте в планктоне см. на стр. 205. Liversidge первый указал в водорослях Au. В 100 тоннах кельпа он нашел 22 грана (т. е. $1.4 \cdot 10^{-4}\%$). В *Laminariae* Cornec указал Au спектроскопически. Другие определения для морских водорослей нам не известны.

10. **Ванадий в водорослях.** По нашим данным в *Laminariae digitata* содержится $5 \cdot 10^{-3}\%$ V в золе. Не исключено нахождение и больших количеств V в других водорослях. Качественно указан в водорослях Cornec, Nevell и McCollum.

11. **Хром в водорослях.** Указан в водорослях лишь спектроскопически.

12. **Бор в водорослях.** О нахождении B в организмах было известно довольно давно, но систематические определения почти отсутствовали.[2] В водорослях вообще определения носили случайный характер. Forchhammer нашел B в *Fucus vesiculosus.* Затем качественно он неоднократно указывался позже Hotter в *Fucus vesiculosus,* а также в 1931 г. Newell и McCollum в водорослях. Jay еще в 1896 г. нашел до 0.5% H_3BO_3 в золе *Laminariae.* Agulhon (1910) впервые произвел систематические количественные определения B, в частности, найдя B и в *Fucus vesiculosus* и *Laminariae.* Им правильно было указано на довольно значительное содержание B в некоторых наземных растениях, морских животных (см. ниже). Дальнейшие наблюдения Chapman и Linden, а также Kariyone и Terasaki и особенно Goldschmidt и Peters в отношении морских водорослей высокое содержание B вполне подтвердили (табл. 57).

Бор находился и в агар-агаре (из морских водорослей).

Таким образом B в золе водорослей содержится до целого процента и обычно пропускается в анализах. Поэтому нет ничего удивительного, что многочисленные за последнее время наблюдения подчеркивают чрезвычайно важную физиологическую роль B в растениях и т. п.[3] Известны организмы с 3—5% B в золе. Следовательно тут уже вопрос не в действии „следов" химического элемента, а упущен был довольно обычный и постоянный компонет, вероятно играющий большую физиологическую роль (см. табл. 57).

13. **Bi, Sb, W, Ga, Ge и Be в водорослях.** Cornec, помимо перечисленных выше элементов, спектроскопически нашел в золе *Laminariae* Bi, Ga, Sb, Ge, Be, W.[4] Для Bi единственное указание на его нахождение вообще в организмах имеется еще у Freündler и сотр. и Okajima (скектроскопи-

[1] Одна из причин высоких чисел Au в организмах — привнесение Au из химической посуды (гл. обр., платиновых чашек).

О нахождении Au в наземных организмах см. Berg, Bailly, Lundwitz, Zbinden, Bertrand, а также у Linstow.

[2] О нахождении B в морской воде см. Buch и его сотр., Wattenberg, Moberg.

[3] Вероятно существуют организмы-концентраторы B (напр. *Crocus sativus*?).

[4] Кроме того V, Ag, As, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Sn, Au, Ti, Mo, о чем см. выше.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

чески). Для Ga указания см. у Zbinden, А. Виноградова. Sb указывает Hargue, Mitschel, Chapman (в растениях). Ge — Zbinden; Goldschmidt в дубовых листьях $5 \cdot 10^{-4}$%, в золе их. В водорослях же вероятно меньше 10^{-4}%. Be, будто бы по сведениям Seidler, был найден в водорослях Адриатического моря в значительных количествах. Наши попытки для некоторых водорослей определить Be химическим путем дали неясные результаты. См. о Be примечание 10 на 77 стр.

Таблица 57

Содержание бора в различных водорослях

Названия водорослей	% B		Автор
	в сух. вещ.	в золе	
Phaeophyceae			
Laminaria saccharina		0.30	Goldschmidt u. Peters, 1932
" "		0.083	Jay, 1896
Fucus vesiculosus		0.30	Goldschmidt u. Peters, 1932
" *serratus*		0.047	Jay, 1896
"	0.007		Chapman a. Linden, 1926
Разные водоросли [1]	от 0.01 до 0.04		Kariyone a. Terasaki
Rhodophyceae			
Chondrus crispus (2)	0.015		Chapman a. Linden, 1926
" "			" " " 1926
Lithophyllum cristatum . . .		0.015	Goldchmidt u. Peters, 1932

14. **Щелочные металлы.** По спектральным анализам Kirchhoff и Bunsen 1860—61 гг. стало известно нахождение в водорослях Li.[2] Sonstadt нашел в золе водорослей Rb и Cs.[3] Rb, по данным Freundler, находится в свежей *Laminariae flexicaulis* в количестве около 0.03%. По мнению автора он находится в виде RbJ. В работах Бурксера с сотрудниками даны числа для Rb в растениях приморских песков (*Salicornia, Suaeda*).

15. **Стронций и барий в водорослях.** Forchhammer нашел Sr и Ba в водорослях, причем он указывает, что Sr больше, чем Ba (в *Fucus vesiculosus*).

В наших работах Sr и Ba постоянно отмечались в золе водорослей.[4]

[1] Нам известны лишь по реферату.

[2] См. Newell и McCollum., V. Itallie и V. d. Zanda.

[3] Данные Freundler исключительно высоки. Sonstadt высказывал сомнения о правильности своих наблюдений.

[4] А. Виноградов и Т. Боровик-Романова.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

В известковых водорослях — различных *Corallinaceae* и т. п. он повидимому находился многими (см. Vogel, Soraurer et Goodale, Dieulafait, Moretti, у которых имеются очень общие указания). Е. Кубовец определила в *Lithothamnium* sp. 0.25% Sr на сухое вещ.[1] Noll в золе *Lithothamnium polymorphum* 0.26% Sr.

16. **Таллий в водорослях.** Известно указание Boettger о нахождении таллия в кельпе. Помимо того, известно еще единственное указание о нахождении таллия в растениях у Berg.

17. **Фтор в водорослях.** По определению А. Виноградова и Х. Г. Виноградовой-Томашевской в *Lithothamnium* sp. (из Кольского залива) находилось ок. 10^{-8}% фтора на золу. Фтор обнаружен был качественно и в других водорослях, но данные сомнительны.

18. **Сильнорадиоактивные элементы в морских водорослях** (радон, радий, мезоторий-первый, торий). Burkser с сотрудниками, исследуя бурые водоросли из Черного моря (вблизи Одессы), нашли $5.6 \cdot 10^{-11}$% Ra в их золе, что отвечает $6.2 \cdot 10^{-13}$% на живой вес.

Б. Бруновский в *Laminariae digitata* и *L. saccharina* из Кольского залива нашел $1.8 \cdot 10^{-11}$% Ra в золе или $9 \cdot 10^{-12}$% на живой вес.[1] Морская вода оттуда же содержала $1 \cdot 10^{-12}$% Ra, т. е. водоросли содержали несколько выше радия, чем вода. Однако, содержание радия в морских водорослях во много раз меньше, чем в сухопутных растениях (по крайней мере, в 10 раз). Burkser с сотрудниками тогда же опубликовал исследования по нахождению в организмах тория. В настоящее время выясняется, что нахождение тория в организме и в частности в водорослях мало вероятно. Как показал Б. Бруновский, в этом случае был обнаружен, повидимому, присутствующий другой изотоп радия — мезоторий. Отсюда следует сделать вывод, что если торий и содержится в организмах, то в значительно меньших количествах, чем предполагали первые исследователи.[2]

23. Содержание газов в водорослях

У многих водорослей имеются газовые пузыри. У *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus* и у многочисленных других *Fucaceae* они достигают относительно небольших размеров, объемом около нескольких куб. сантиметров. У *Nereocystis* они достигают объема до 100 куб. см. В этих пузырях находится смесь газов. Происхождение и состав газов в этих полостях в общем стали ясны со времени работ Aimd (1841), который определил главные составные части газовой смеси из морских водорослей (*Fucaceae*). Он нашел, что с утра пузыри содержали 17% O_2 и 83% N_2, а к вечеру (перед заходом солнца) 36% O_2 и 64% N_2.

[1] Из неопубликованных материалов Биогеохимической лаборатории Акад. Наук СССР.

[2] См. ст. Б. Бруновского и К. Кунашевой и мою в настоящих Трудах, стр. 1. О радии в воде моря данные собраны у Devaputra. Debierne не обнаружил радиоактивности у водорослей (*Laminaria*).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Увеличение O_2 происходило в результате фотосинтеза, шедшего в течение дня. К ночи содержание O_2 уменьшалось. Willie показал, что действительно в *Fucus vesiculosus* и *Ozothallia nodosa* содержалось 35—37% O_2: после экспозиции на воздухе стало 28.8% O_2, а после 12 час. затемнения 2.7% O_2. Недавно подобные наблюдения были повторены Colla с *Cystoseira abrotamifolia* (1) и *Sargassum linifolium* (2). Содержание O_2 в процентах:

22.4	21.8	8 ч. утра
30.0	30.4	10 „ 40 м. утра
33.3	33.0	12 „ 30 „ дня
27.3	27.2	2 „ 35 „ „
26.0	22.6	5 „ 30 „ „

Таким образом состав газовых пузырей меняется в связи с газовым обменом водорослей (см. Harder). Maximum содержания O_2 приходится на 12—13 час. пополудни. Подобные же данные находим у Danin для *Rivularia polyotis*, *Enteromorpha compressa*. Параллельно с увеличением O_2 в пузырях уменьшается содержание CO_2, которая была найдена в них еще S. Rosanoff (*Fucus vesiculosus*), Willie.

Zeller и Neikirk исследовали газовую смесь из пузырей *Nereocystis* и нашли:

Ночью . . .	2.5% CO_2	Днем . . .	0.29% CO_2
	10.90% O_2		12.30% O_2

Остальное составлял N_2. Обращает внимание низкое содержание O_2 в *Nereocystis* сравнительно с содержанием O_2 в воздухе (половина). В *Fucaceae* и др., как мы видели, количество O_2 выше (во время фотосинтеза), либо приближается к содержанию O_2 в воздухе.[1]

В воздушных пузырях *Nereocystis* Langdon a. Gailey указали CO.

Других газов в пузырях не находили. См. еще о газах в *Enteromorpha* у Danin, Frye (O_2, CO_2).

III. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ МОРСКОГО ПЛАНКТОНА

1. Общие замечания

В 40-х годах прошлого столетия J. Müller впервые ввел в науку понятие о планктоне. Это представление оказалось чрезвычайно плодотворным и в дальнейшем V. Hensen (предложившим это название) было положено начало количественному морфологическому изучению планктонных организмов. Одновременно с тем V. Hensen обратил внимание на важность изучения химического состава планктона, сам впервые получив некоторые данные. Позже ряд ученых еще более расширили эти исследования, особенно Brandt, Knauthe, Apstein, Лебединцев и др. Вопрос о пищевой ценности планктона вошел вскоре в практику в рыбных хо-

[1] На Таволжанском озере наблюдалось Исаченко выделение газа зеленой водорослью *Dauniella viridis*. Газ содержал 60% O_2.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

зяйствах и т. п. В связи с вопросами продуктивности моря также были получены некоторые данные по химическому составу планктона. В большинстве случаев эти исследования касались однако лишь содержания жиров, белков, углеводов, золы и реже химического элементарного состава. Эти данные относились к целому планктону, т. е. к совокупности разнообразных микроорганизмов, находящихся в толще воды, а не к отдельным видам. Получение достаточного количества чистого монотонного планктона, представленного одним каким-либо видом микроорганизмов для более или менее полного химического анализа, составляет и в настоящее время большие затруднения. В противоположность изучению химического состава крупных организмов, например большинству рассмотренных водорослей или беспозвоночных и т. п., шедшему по линии изучения отдельных видов, а чаще даже отдельных органов и тканей — в случае планктона исследования шли по пути изучения состава целого естественного биоценоза. И только в последние годы стала наблюдаться тенденция к изучению отдельных представителей планктона. В силу первого мы должны сейчас отступить от своего обычного изложения о химическом составе отдельных видов и обратиться прежде всего к тому, что известно о химическом составе морского планктона в целом. В дальнейшем выяснится, что химический элементарный состав планктона имеет целый ряд черт, общих для отдельных составляющих его организмов и является своего рода введением в изучение химического состава отдельных планктонных организмов, с составом которых мы познакомимся подробнее ниже (см. фитопланктонные организмы на стр. 207, а зоопланктонные — на стр. 224 и во 2-й части — *Crustaceae* и др.).

Удобства ради, здесь мы будем под планктоном принимать лишь морской микропланктон [1] как растительный, так и животный.

Морфологический состав морского планктона разнообразен и различен в разных частях океана и морей. В настоящее время распределение планктонных организмов, как растительных, так и животных, как в широтном, так и вертикальном направлении, а также его миграция в связи со временем года, суток и т. д. в общем хорошо изучены. Морфологические и биологические свойства планктонных организмов будут в дальнейшем нас интересовать лишь в связи с их химическим элементарным составом. Напомним в самых общих чертах наблюдающуюся смену форм в широтном направлении. В холодных морях мы встречаемся с массой различных *Diatomeae* (*Chaetoceras*, *Thalassiothrix* и других родов), *Peridineae* и редкими *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*. В теплых морях к ним присоединяются разнообразные *Flagellata*, *Ceratium*. В тропических морях мы почти не встречаемся с преобладанием в планктоне диатомовых, появляются огромные количества *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae* (*Coccolithophoridae*, *Trichodesmium*) и многочисленные *Peridineae*. Главную массу, в общем,

[1] О других пелагических организмах см. в специальных главах.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

составляют мельчайшие животные — зоопланктон, но в течение года отношение зоопланктона к фитопланктону меняется, так, например, во время цветения (весенний и осенний максимумы). В связи с этим резко меняется, как будет видно дальше, и химический элементарный состав планктона в целом.

Количество морского планктона — или его масса может быть подсчитана из различных наблюдений многих исследователей. Можно считать, например, что прирост планктона за год (продукция) для всего океана, по подсчетам, сделанным Moore, Prideaux и Herdmann, Hensen, Petersen, AtkinsAllen, Steuer, Copper и др., составляет около 10^{18} г. Постоянно же находится в море $n \cdot 10^{17}$ г живого планктона. Таким образом в общем обмене в море планктону принадлежит значительное место. И действительно, геохимическая роль планктона может быть прекрасно иллюстрирована многочисленными примерами. Большинство представителей планктонных организмов известны в течение всего геологического времени. Бесчисленные бактерии *Protozoa, Schizophyceae* и мн. др. встречаются в очень древних отложениях. Все они во многих случаях являются породообразователями или участвуют так или иначе в образовании биогенных отложений. Геохимические функции планктонных организмов разнообразны. Мы встречаемся с отложениями Ca, Mn, Si, Fe, Sr, Ba и т. д., связанными с деятельностью этих организмов. Все дно океана покрыто осадками из скелетов планктонных организмов. Эти отложения носят более или менее зональный характер и различны для разных широт.

На основании состава разнообразных осадочных пород можно создать некоторую картину химического строения планктонных организмов, в главном отвечающую их скелетным частям. С их составом мы позже познакомимся подробнее, а сейчас заметим лишь некоторую правильность, которой подчинен общий характер химического строения их скелетных частей. Из табл. 58 нетрудно видеть, что на построение их скелетов идут соли и другие соединения, растворимость которых в морской воде не превышает $n \cdot 10^{-3}\%$, образующиеся из ионов, находящихся в морской воде.

Это правило может быть распространено в известной мере и в отношении скелетов всех других *Invertebratae*. Отметим, что CaF_2, встречаясь во всех скелетных частях, не образует исключительно CaF_2 скелетов. $MgCO_3$ и $CaSO_4$ также находятся в скелетных частях, но вследствие их относильно большой растворимости ($n \cdot 10^{-1}\%$ в H_2O) сами по себе из $MgCO_3$ или $CaSO_4$ скелетов не образуют.[1] Концентрация отдельных химических элементов планктоном не ограничивается только указанными. Планктон резко нарушает гидрохимическую картину моря. Планктон как правило концентрирует большинство химических элементов из морской воды. Вначале это было отмечено по отношению к обычным элемен-

[1] Растворимость карбонатов в воде с CO_2 увеличивается до известного предела. Наоборот, растворимость в воде уже образовавшихся минеральных разностей (кальцита, арагонита и т. п.) понижается.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 58

Растворимости некоторых плохо растворимых соединений в воде (встречающиеся в скелетах *Invertebrata*) в $^0/_0{}^0/_0$

	$Ca^{\cdot\cdot}$	$Mg^{\cdot\cdot}$	$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	$Fe^{\cdot\cdot\cdot}$	$Mn^{\cdot\cdot}$	$Sr^{\cdot\cdot}$	$Ba^{\cdot\cdot}$
F′	0.0016 t18°				0.011 0°		0.158 t10°
CO_3''	0.038 t0°	0.06 t15°		0.072 ($FeCO_3$) t10°	0.0065 t15°	0.00008 t8°	0.0016 t8.8°
SO_4''	0.176 t0°	(21.0)		(15.6)	(53.2)	0.001 t2.8°	0.00015 t0°
PO_4'''	0.00n			0.00n			
SiO_3''							
B_2O_3''	(0.3)						
OH′	0.185 t0°	0.0009 t18°	0.0001 t18°	0.000015	0.00001 t22°		1.65 t0°

там — N, P, но в дальнейшем оказалось, что это явление имеет более широкий характер. В настоящее время доказано извлечение из морской воды во время роста фитопланктоном, помимо фосфора, соединений N, также Si, Fe, Ca и т. д.[1] Стала известна концентрация планктоном также J, Mn, Al. В наших спектрограммах золы планктона постоянно находились Sr, Ba, Ti и, повидимому, найдутся многие другие. Так, например, Haber нашел для морской воды с различных глубин $3.25 \cdot 10^{-10}\,{}^0/_0$ Au, между тем в поверхностных и неглубоких слоях морской воды золота было несколько больше $4.45 \cdot 10^{-10}\,{}^0/_0$, что он связывал с удержанием Au планктоном. Количество обнаруженных в планктоне химических элементов достигает 30, а в действительности вероятно содержится больше. Помимо концентрации многих из них морским планктоном, следует прибавить, что некоторые планктонные организмы при этом участвуют в весьма сложных физико-химических процессах, имеющих огромное геохимическое значение — например, в раскалывании каолинового ядра, глинистых частиц (см. об этом дальше). Мертвый планктон обогащает грунты моря теми или иными химическими элементами.

Систематическое непосредственное количественное изучение химического элементарного состава различных планктонов, а иногда и отдельных организмов, было начато, как мы сказали, Hensen и продолжалось Brandt и его содрудниками. В смешанном планктоне из Кильской бухты

[1] Об обмене Ca — см. в части II; см. Wattenberg; работы из Океан. инст. в La Jolla.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

последним было впервые определено содержание C — от 14.1 до 42.82%, а N от 1.8 до 5.6% на сухое вещество морского планктона. Более детально по видам см. ниже.

Определение C и H в фитопланктоне из залива у Hillrød (Дания) (состоявшего из 74 различных видов организмов) в связи с развитием *Cladocerae* произвели Krogh и Kaj Berg в течение сезона и получили в среднем C — около 32.7[1], N — около 5.8% и золы около 30% на сухое вещество. При этом максимуму содержания углеводов и белков в планктоне отвечает и увеличение *Cladocerae*. Подобные же попытки выяснения внутривидового состава планктона, на основе изучения химического состава планктона, а также изменения состава морской воды были сделаны по отношению и к диатомовым.[2] Эта область исследования, обещающая выяснить причины сезонного распределения планктона, внутривидовые равновесия в нем и т. п., еще мало привлекла исследователей. Moberg (Калифорния) исследовал сетяной планктон в разное время года и нашел, например:

	Октябрь — февраль	Май — июнь
Золы	75.0	24.9
Орган. веществ	25.0	75.1

H. Seiwell и Gl. Seiwell, как можно понять из краткого указания в годовом отчете Woods-Hole Oceanograph. Inst. 1930—32, определяли C, P, H, O и золу в морском планктоне. Новые данные приводит Kalle. Более полный анализ для пресноводного планктона был дан нами.[3] В своей статье о морском планктоне мы приводили ряд новых данных.

Уже из этих немногочисленных наблюдений можно ожидать, что одновременно с изменением морфологического состава планктона изменяется и его химический состав.

Совершенно не изучен морской наннопланктон, а также не изучен состав бактерии. На основании единственных анализов пресноводного наннопланктона, произведенных Birge a. Juday, можно сделать вероятное допущение, что он будет иметь своеобразный состав. Пресноводный наннопланктон оказался значительно богаче Fe и Ca. С этой стороны исследование наннопланктона в море особенно интересно в связи с биогенными бесструктурными отложениями $CaCO_3$ и с железо-марганцевыми конкрециями.

Обращаясь к химическому элементарному составу отдельных планктонных организмов, попытаемся сколько будет возможно выяснить: во-первых, роль планктонных организмов в концентрациях отдельных химических элементов, в частности участие в породообразовании; во-вторых, значение химического элементарного состава, как признака вида, и в третьих, изменение химического состава планктона на фоне изменения среды в течение года, в связи с изменением междувидовых равновесий и т. д.

[1] Пересчитано из N_2 и CO_2. См. определения N в планктоне (на литр 0.09 мг) из озера Furesö — Krogh u. Lange.

[2] См. Orr, Cooper, Wimpenny, Harvey и др.

[3] Где приведена литература по составу пресноводного планктона.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

2. Химический состав Cyanophyceae

Удивительная группа организмов *Cyanophyceae*, живущих в исключительно разнообразных условиях и имеющих широкое распространение, может быть являются наиболее интересными из всех других водорослей по многообразию тех геохимических процессов, в которых они принимают участие. Эта группа почти не изучена с химической стороны. Между тем, с *Cyanophyceae* связывают образование различных горючих сланцев, богхедов, меловых отложений и т. п. Наши представления о химическом составе отдельных видов *Cyanophyceae* часто исходят из анализов отложений.[1] Определение содержания углерода и азота для морских форм *Cyanophyceae* отсутствует. Но если обратиться к пресноводным формам, то окажется, например, что содержание азота в некоторых *Cyanophyceae* конкурирует не только с содержанием N в *Peridineae* (имеющей относительно высокое содержание азота), но и с животными организмами.[2]

Содержание N в *Cyanophyceae* (в %% сух. вещ.) Таблица 59

Название вида	N	Число анал.	Авторы
Microcystis	8.05	3	Birge a. Juday, 1922
„	8.30	1	Whipple a. Jackson, 1899
Anabaena	8.27	1	Birge a. Juday, 1922
„	9.60	1	Whipple a. Jackson, 1899
Lyngbia	8.69	2	Birge a. Juday, 1922
Aphanizomenon	9.62	2	„ „ „ 1922
Oscillatoria prolifera	8.45	2	Hyams a. Richards, 1904
„ „	8.19	1	Turner, 1916

В то время как у тех же авторов для других водорослей, напр. *Chlorophyceae* или *Diatomeae*, имеется:

Таблица 60

Содержание N в *Chlorophyceae*, *Diatomeae* (сравнительно с *Cyanophyceae*)

Название вида	N в % сух.	Авторы
Diatomeae	3.66	Birge a. Juday, 1922
Spirogyra	3.47	„ „ „ 1922
Cladophora	2.77	„ „ „ 1922
Volvox	7.61	„ „ „ 1922
Asterionella	2.30	Whipple a. Jackson, 1899
Spirogyra	4.50	„ „ „ 1899

[1] См. анализы кукерсита *(Gloeocapsa morpha prisca)*; оолиты из *G. gloeothece* (Murray) и мн. др.

[2] В растениях только семена имеют подобные количества азота. Чрезвычайно интересно было бы получить анализы (азота и др.) в *Euglena*, *Chlamidomonas*, *Eudorina* и т. п. *Anabaena* по Allison, Bortels фиксирует элементарный азот. Не является ли этот процесс у *Cyanophyceae* более широко распространенным?

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Очевидно, что какой-либо ошибки тут нет.

Таким образом *Cyanophyceae* выделяются по высокому содержанию N.

Напомним кстати, что все вообще *Schyzophytae* в частности бактерии (см. Buchanan и Fulmer), а также *Myxobacteria*, содержат азота больше, чем его обычно в других растениях. Все грибы имеют высокие числа для азота, а также и некоторые из *Chlorophyceae*, как, напр., *Volvox*. Таким образом, ряд низших организмов (*Thallophyta* и *Protozoa*), которых иногда одни авторы относят к растениям (например, *Chlamidomonas, Euglena*), а другие к животным, исключительно богаты азотом и по этому признаку стоят ближе к животным организмам, нежели к растительным.[1] Аналогично этому и содержание фосфора в *Cyanophyceae* несколько повышенное. Приведем имеющиеся данные (известны только для пресноводных форм) (табл. 61).

Таблица 61

Содержание P в некоторых *Cyanophyceae* (в $^0/_0{}^0/_0$ сух. вещ.)

Название вида	Число опр.	P	Авторы
Microcystis	1	0.52	Birge a. Juday, 1922
Anabaena	1	0.54	„ „ „ 1922
„	1	0.235	Juday a. Birge, 1931

О своеобразном содержании Ca (и Mg) в различных *Cyanophyceae* можно лишь догадываться на основании выясняющейся ныне роли этих организмов в обмене Ca. Большинство исследований в этом направлении относится к пресноводным формам. Известны десятки видов *Cyanophyceae*, которые инкрустируются $CaCO_3$ (обычно образуют отложение $CaCO_3$ на своей поверхности) и принимают участие в образовании известняков, например, травертинов и др., как-то *Phormidium, Chroococcus, Gleocapsa* и т. д. (Hausgirg, Geitler, Prát, Fritsch, Sernander и др.). Не меньшее число видов других *Cyanophyceae* совершает обратный процесс разрушения известняков; это так называемые сверлящие синезеленые водоросли, например из родов *Hyella, Mostigocoleus* и др. (Nadson). Очень часто, повидимому, одни и те же виды принимают участие в обоих процессах. О морских *Cyanophyceae* еще очень мало известно. Более других изучены *Rivulariae*, *Oscillatoriae* и некоторые другие, виды которых живут и в пресной и соленой воде.

Braconnot в 1813 г. указывает $CaCO_3$ (P, K, Cl и S) в одной из *Rivularia* (*tuberculosa* ?), которая инкрустируется $CaCO_3$ и, следовательно, должна быть отнесена к богатым Ca формам, принимающим участие

[1] *Nostoc* (употребляется в пищу у японцев) содержит 4.0% N — Namikava; см. Kobzá и Prát, Strobecker, Kohl; *Volvox* 6.2% N, Knauthe.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

в образовани пород.[1] И многие другие, живущие в морской воде, *Cyanophyceae* концентрируют $CaCO_3$, так, некоторые виды из *Lyngbya*, *Scytonema*, *Schizothrix*, *Calothrix*, *Hyella caespitosa* v. *spirorbicola* и др. (Hansgirg). Отношение Ca/Mg в этих видах не известно. По Högbom одна из *Rivularia* sp. содержала 84.88% $CaCO_3$ и $MgCO_3$ 0.69%.[2] В теле многих указанных видов находили кристаллы $CaCO_3$, по описанию принадлежащие к кальциту.[3] Одновременно многими авторами отмечается относительная бедность Mg известняков, образованных *Cyanophyceae* (пресноводными). Аналитических данных мало. Об образовании кальцита в культурах *Cyanophyceae* см. у Prát. Поэтому мы должны заметить, что кальцитовые отложения (инкрустации), связанные с деятельностью *Cyanophyceae*, бедны $MgCO_3$, напоминая в этом отношении кальцитовые скелеты многих других планктонных организмов (например, *Foraminifera* — планктонных и др.). Cohn однако находил в *Rivulariae* sp. *(Euactis calcifere)* кристаллы арагонита, что, однако, требует проверки. Процесс, ведущий к накоплению $CaCO_3$ и к образованию инкрустаций названных *Cyanophyceae* еще не вполне ясен. Содержание Ca в видах, его не накапливающих, — неизвестно, за исключением двух-трех пресноводных форм (*Anabaena*, *Microcystis* см. Birge и Juday). Среди морских *Cyanophyceae* также открыты и виды сверлящих водорослей, как, например, виды и роды *Hyella* (*H. caespitosa* Bornet et Flah, *H. caespitosa*, v. *spirorbicola*), *Mastigocoleus testarum* Lagerh, роды *Dalmatella*, *Scopulonema*, *Solentia* и др. (Nadson, Ercegović). Геохимическая роль этих организмов, повидимому, огромна. Nadson приводит данные по распространению этих организмов в морях. Анализов этих организмов также нет. Процесс растворения известняков *Cyanophycea* (сверление) неясен.[4] Совершенно ясно, однако, что сверлящие *Cyanophyceae* (и *Chlorophyceae*, см. стр. 139), таким образом, участвуют в обмене не только Ca, но и Mg, Fe, Mn, Sr, Ba и др., освобождающихся при растворении водорослями известняков, всегда заключающих эти элементы. О содержании $CaSO_4$ в *Cyanophyceae* см. ниже.

Исключительно невзыскательные к условиям существования *Cyanophyceae* живут, как это еще указал Benecke, в среде почти без K или наоборот в рапе с 35% солей, главным образом, NaCl (Baas-Becking — *Calothrix*, *Gloeocapsa*). Содержание K в *Cyanophyceae*, как отметили Mc Collum и Weevers, ничтожно мало и несравнимо с другими водорослями.

[1] См. Rothpletz — *Rivularia dura;* Danin — *Rivularia polyotis* Hauk; Meyen (1837).

[2] Из Gotland, пресноводная; анализ N. Sahlbom; *Oscillatoriae viridis* содержит кристаллы $CaCO_3$ — Gomont; *Rivulariae hoematites* — Vilhelm; анализ Meyen, Senebier *Oscillatoria* и др.

[3] В пресноводных формах находили почти всегда кальцит. Равно как и травертины, известняки, образованные из осажденного *Cyanophyceae* $CaCO_3$, тоже состоят из кальцита. Известны отдельные случаи отложения арагонита. Связь с деятельностью организмов в последнем случае не ясна.

[4] Допускали, что они выделяют щавелевую кислоту, которая растворяет $CaCO_3$. Но, как известно, растворимость $CaCO_3$ равна 0.125 г в литре, а $Ca(COO)_2$ — 0.0067 г в литре.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Например в *Oscillatoria* было найдено последним автором только 2% K в золе.[1] Для видов *Oscillatoria*, повидимому *O. tenuis* и *O. nigriviridis*, из Неаполитанского залива Hinze нашел кристаллы серы в газовых вакуолях. Все попытки его найти серу в других видах *Oscillatoria* (в частности из Кильской бухты) оказались безрезультатными. К этому важному наблюдению можно добавить данные Kupzis для *Oscillatoria* (шихта из серных источников Kemern, состоящая, главным образом, из *Oscillaria* и включений *Beggiatoa* и ряда других бактерий). Автор указывает, что *Oscillatoriae* были импрегнированы $CaSO_4$, являющимся источником свободной серы. В них было найдено 17.18% свободной S на сухое вещество.[2]

О скоплениях серы в природных отложениях и роли в этом процессе некоторых синезеленых водорослей совершенно ничего неизвестно. См. о серобактериях в море. Иод был найден в *Cyanophyceae* еще Sengbusch в *Oscillatoria*. Kylin в *Calothrix scopulorum* нашел 0.0008% J в живой водоросли. Gautier в *Nostoc fragilis* (из пресной воды) — $4.2 \cdot 10^{-4}$% на сухое вещество. Reignier (у Henry) — в пресноводной *Anabaena*. Hochstetter находил в пресноводных *Cyanophyceae* J. Meyrac нашел J и Br в *Oscillatoria* и *Anabaena*. Dangeard не нашел J в *Cyanophyceae*. По отношению *Cyanophyceae* может быть поставлен тот же вопрос, как и для *Chlorophyceae*, о значении иода для их пресноводных форм.

О распределении Fe в морских *Cyanophyceae* данных почти нет. Между тем, некоторые пресноводные *Cyanophyceae* концентрируют Fe, образуя либо на поверхности тела, либо внутри разнообразные по форме отложения гидроокиси Fe, напр., воды из родов *Phormidium*, *Lyngbya* и многие другие[3] (Steinecke, Adler, Molisch, Vouk, Baas-Becking).

В *Oscillatoriae* Fe было найдено еще McCollum, Tunmann. Как среди *Oscillatoriae*, так и среди *Lyngbyae* имеются виды морских (и соленых) вод. Исключительную концентрацию видами *Lyngbyae* водной окиси Fe отмечает Vouk, считая их облигатными Fe-организмами. Впервые железные отложения в *Lyngbya* были найдены West в *Lyngbya ferruginea* (West.) и *Lyngbya ochrocea* — Thuret (и *Hydrocoleus ferrugineus* Grun.); затем Vouk в новом виде *Lyngbya Molischi* и, наконец, Naumann в *Lyngbya Martensiana*. Таким образом, род *Lyngbyae* представлен Fe-концентрирую-

1 См. Schwalbe.

2 Об участии *Oscillatoriae* в обмене серы отмечалось давно. *Oscillatoriae* очень часто образуют вблизи минеральных источников скопления, в виде массы органического вещества, известные в свое время под названиями *Barègin'a*, *Theiothermin'a* и др. Очень часто они приурочены к H_2S — источникам и т. п. (известны наблюдения Saussure, 1790). Подробнее см. у Ludwig. Есть анализы этих отложений. О нахождении серы в *Oscillatoria* отмечают Corsini, Étard et Oliver. См. так же у Filhol — указания о содержании S в подобных массах (гл. обр., бактерий?) — до 70% S; Corsini и др. Находка Richter зерен серы в некоторых пресноводных *Cyanophyceae* встретила возражения; см. указания о S в *Cyanophyceae* у Bavendamm.

3 См. у Molisch, Henry (*Anabaena monticulosa*), Read a. How; Vouk приводит пробы на железо для 49 образцов *Cyanophyceae* и др. из пресных вод.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

щими видами.[1] Интересно отметить, что, повидимому, те же виды *Cyanophyceae*, которые отлагают Fe, образуют и отложения $CaCO_3$. Высказывались соображения о том, что к отложению Fe в *Cyanophyceae* может быть имеют отношение бактерии, в них поселяющиеся (Vouk). Совершенно подобный же взгляд был высказан и по поводу отложения *Cyanophyceae* $CaCO_3$ (Geitler). Обычно же содержание Fe в *Cyanophyceae* (не концентрирующих его) колеблется около 1% Fe_2O_3 в сухом веществе (10—15% в золе?). Участие морских *Cyanophyceae* в обмене Fe почти не затронуто исследованиями, и масштаб этой роли *Cyanophyceae* не представляется вовсе. *Calothrix scopulorum* по Sjöstedt богат Fe.

Помимо Fe в *Cyanophyceae* были найдены и другие тяжелые металлы. Gössl указал на присутствие Mn в *Rivularia Sprengiana*; Kobzá и Prát в *Rivularia natans* и др. (вместе с Fe). Аносов приводит анализы кукерского сланца, сплошь состоящего из *Gloeocapsa morphaprisca* (ископаемые), где было около 0.01% в породе, или 0.06% на органическое вещество породы V_2O_5. Соседние же карбонатные породы содержали лишь около 0.003% V_2O_5.

Весьма замечательно наблюдение Ter Meulen. Он нашел, что водный папоротник *Azolla* с находящимся в нем симбионтом *Cyanophyceae Anabaena* содержит наибольшее из найденных им для организмов количество Mo — 1.13 мг Mo в 1 кг сухого вещества.

О нахождении других металлов ничего не известно. Перечень всего того, что известно о составе *Cyanophyceae*, совершенно не отвечает той роли, которую играют несомненно эти организмы в биогенных процессах. Они совершенно недостаточны для каких-либо выводов. Одно обстоятельство должно быть отмечено: в соответствии с разнообразием тех условий, в которых живут *Cyanophyceae*, также многообразно участие их и в геохимических процессах. Мы встречаемся с концентрацией *Cyanophyceae* C, Ca, Fe, Mn, S (может быть SO_4), фиксации азота и, вероятно, некоторых других тяжелых металлов. Отметим еще находку роговой субстанции со структурой водоросли, так называемую *Collenia*, относимой к *Cyanophyceae*, содержавшую значительное количество SiO_2 и, по мнению F. W. Clarke, в свое время являвшуюся кремниевым организмом (см. Grout a. Broderick, Clarke).

3. Flagellatae

Мы имеем в виду, главным образом, *Coccolithophoridae* и *Silicoflagellatae*. Для других морских *Flagellata* отсутствуют аналитические данные. Ко-

[1] West (1927) сомневается, что *Lyngbya ochracea* (Kutz.) Thur., живущая в водах с большим содержанием Fe, принадлежит к *Cyanophyceae* (*Bacteria?*), *Lyngbya aestuarii* (Mert.) Liebm. — в старых экземплярах имеет бурый цвет (Fe?).

Howe указывает анализы корки из *Lythomyxa calcigena* Howe — 12.3% Fe_2O_3 и 4.5% MnO. В *Jnactis pulvinata* и *Lyngbya martensiana calcarea*—0.14% Fe (0. 17FeO) и 0.03 MnO; анализы Wells.

Пресноводные *Anabaena* — 0.84% Fe_2O_3, *Clathrocystis* 1.27% Fe_2O_3 в сухом веществе; см. также у Klebs, Vouk.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

личественных анализов для названных организмов вовсе нет. О составе кокколитов, образующих наружный панцырь морских *Rabdosphaerae* и *Coccosphaerae* и др., судят косвенно на основании илов, составленных из кокколитов (Murray a. Irvine), и по химическому составу представляющих, главным образом, $CaCO_3$ (кальцит).[1] Для организмов из *Chrysomonadinae*, не концентрирующих кальций, данных нет. *Phytoflagellata* очень часто являются концентраторами Fe, образуя отложения гидроокиси Fe (и Mn). Впервые это было выяснено по отношению к пресноводным формам различных *Flagellata* — *Euglena*, *Anthophysa vegetans*, *Spongomonas intestinum*, *Lagynion* (Pasch), *Trachelomonas (T. volvocina)*, *Rhipidodendron splendidum*, *Cladomonas fruticulosa* и др.[2] Что касается морских видов, то нам известны лишь наблюдения В. Буткевича о нахождении в морских грунтах (из Баренцева моря) организмов, близких по форме к колониальным флагеллятам, концентрирующим Fe, как, например, *Anthophysa vegetans*. Автор дал им название *Perseus marinus*. Возможно, что это не один вид и в будущем он будет расчленен на несколько других. *Perseus marinus* отлагает в своих стеблях гидроокиси Fe и, вероятно, Mn. Эти организмы очень часто встречаются в виде бурых налетов на ракушнике, в буром цементе песчаных илов и т. п. и возможно имеют отношение к образованию железо-марганцевых стяжений в морях. Другое наблюдение сделано было над концентрацией Fe *Lagynion*, найденной Naumann и Sjöstedt на бурых водорослях из Оресунда.

Weevers легко открывал гистохимически в *Noctiluca miliaris* калий. Для некоторых *Silicoflagellata* были сделаны гистохимические определения, указывающие на присутствие Si в их скелете.

Анализов количественных нет. Содержание SiO_2 известно в родах *Dichtyocha*, *Distephanus*, *Mesocena cannapilus*, *Ebriae*, *Gymnaster pentasterias* и в видах других родов. Pia замечает, что у северных форм *Silicoflagellata* кремневые скелеты лучше развиты, чем у южных форм (см. Ehrenberg и др.).

У многих *Dinoflagellata* кутикула не содержит неорганического скелета.[3]

Взаимоотношения *Silicoflagellata* с *Ebriaceae* и *Dinoflagellata* в настоящее время являются предметом оживленного изучения. Для нас небезинтересно отметить попытки систематизировать *Silicoflagellata* по форме скелетов. Hovasse замечает, что по мере усложнения их скелета увеличивается общее содержание в них силиция (так наз. „*hypersilicifiés*" Hovasse) напр., у *Ebriaceae*. Тот же автор приводит случай нахождения у *Distephanus*

[1] Так, напр., писчий мел составлен часто из одних кокколитов. На этом основании можно догадываться, что состав кокколитов почти чистый $CaCO_3$ — во всяком случае без заметных количеств $MgCO_3$. Если это так, то *Flagellata* — известковые организмы. Огромная роль *Coccolithophoridae* в миграции в море Ca сейчас выясняется. См. Wattenberg.

[2] См. Gicklhorn, Molisch, Naumann, Adler, Klebs, Steinecke, Cholodny.

[3] Опорные ткани состоят из белкового вещества (Biecheler).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

энантиоморфных кремневых скелетов (левого и правого, зеркальносовмещающихся).[1]

4. Peridineae

Сведения о химической природе этих организмов, в общем, отрывочны. Bergh (1881), описывая клетчатку, которую он нашел в *Ceratium* (пресноводной), обратил внимание на ничтожно малое содержание в них зольного остатка. Hensen нашел в *Ceratium tropos* 0.22% золы (или 3.94% сух. ост.) при 94.5% содержания воды в этих организмах. Вероятно содержания воды несколько меньше. Уже Brandt и особенно Brandt и Raben нашли значительно больше золы в планктоне из *Ceratium* и других *Peridineae* — также и Meyer. В этих случаях, однако, не исключена возможность, конечно, „загрязнения" *Peridineae*-планктона диатомовыми, сильно повышающими зольность. Авторы сами указали, что планктон состоит преимущественно из *Peridineae* и что присутствие диатомовых не исключено. Хотя возможно, что целлюлозная мембрана *Ceratium* и других может инкрустироваться и $CaCO_3$.[2] Содержание углерода, водорода и азота приводится в систематических исследованиях только что названных авторов и позволяет сделать некоторые обобщения. Brandt дал до 13 образцов анализов морского планктона. Мы используем лишь те из них, которые по указанию автора являются преимущественно состоящими из *Peridineae*.

Таблица 62

Содержание C, H, N, в *Peridineae* (в %% сущ. вещ.)

Название вида	C	H	N	Число анал.	Авторы
Ceratium	35.31	5.72	(2.50)	1	Brandt, 1898
„ *tropos* и др.	33.17	5.13	7.19	7	Brandt u. Raben, 1919—1922
„ „ и мн. др.	36.48	5.21	4.81	1	Meyer, 1914
Peridineae, различные	40.52	6.78	3.25	4	Brandt, 1898
„ „	22.0	—	—	1	Boysen Jensen, 1915
Ceratium	—	—	5.3 [3]	1	Knauthe, 1907
Среднее	33.49	5.58	4.61	15	

Анализы не могут быть пересчитаны на живое вещество.

[1] На этом примере можно видеть развитие, усложнение кремневого скелета, происходящее вероятно и теперь. В ископаемом состоянии *Ebriaceae* не найдены. Многочисленные любопытные случаи левых и правых форм у организмов собраны Ludwig.

[2] Ammann наблюдал изменения размеров *Ceratium* в связи с грунтом. Известковый — уменьшает их размер, но — состав?

[3] На свободное от золы сухое вещество.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Если мы сравним эти данные с подобными данными (C, N, H) для диатомовых и др. тех же авторов (см. также зоопланктон), то различия в составе *Peridineae* будут еще отчетливее.

Углерод *Peridineae* по содержанию не отличается от такового у других водорослей. Несколько иное с азотом. Для того, чтобы сделать очевидным различие в содержании азота в *Peridineae* и в водорослях, приведем ряд цифр, полученных Brandt и Raben.

Азота в *Peridineae* в отдельных пробах было найдено: 5.64; 8.78; 7.34; 7.76; 8.07; 7.02; 5.75; 2.12. Отсюда видно, что *Peridineae* богаче азотом, чем другие водоросли. При пересчете на сухой беззольный остаток это различие еще резче (*Peridineae* до 10% N, а другие водоросли — 5%). Мы имели уже случай обратить внимание на богатство низших форм организмов азотом (см. стр. 207). Относительно содержания других химических элементов в *Peridineae* можно судить по следующей таблице.

Таблица 64

Содержание некоторых хим. элем. в *Peridineae* (в % сух. вещ.)

Название вида	Число анал.	Fe	Ca	P	Si	Авторы
Ceratium tripos и мн. др. . .	8	0.98	1.08	0.56	3.00	Brandt u. Raben, 1919—1922
" " " " (93.28 %) * . .	6	1.33	0.73	0.58	1.38	Meyer, 1914

Находится ли в целлюлозном скелете некоторых *Peridineae* $CaCO_3$ (см. по этому поводу Schilling), определенно сказать нельзя. Приведенные определения Ca единственные: фосфор в *Peridineae*, повидимому, не выше, чем в других водорослях. Что касается высокого содержания кремния — SiO_2 (по Brandt и Raben), то оно, как нам думается, требует проверки. Нет ли тут загрязнения диатомовыми?[1] Иначе *Peridineae* должны быть отнесены к кремниевым организмам, играющим роль в обмене кремния. Но в этом мы сомневаемся. Железо находится в *Peridineae* несколько больше, чем обычно встречается у всех водорослей и других организмов в море — порядка 5—10% Fe_2O_3 в золе, или 1—2% в сухом веществе. Однако, накопление *Peridineae* Fe никем не отмечалось.

5. Diatomeae

Несколько больше, но очень немного в общем, известно о химическом составе диатомовых. И то по существу это касается диатомового планктона и реже отдельных видов диатомовых. Об исключительном значении в образовании осадочных пород диатомовых, так наз. диато-

[1] Помимо того Brandt и Raben находили в *Peridineae* песок до 10% в сухом веществе. Отделение растворимой SiO_2 от песка в присутствии скелетов диатомовых аналитически весьма трудно.

* Из Кильской бухты.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

мита, трепела, кизильгура и т. п., общеизвестно и поэтому обращаться к этому не будем. Впервые Kützing нашел SiO_2 путем обугливания планктона, состоящего, как теперь оказалось, из ряда видов диатомовых.[1] Ehrenberg повторил опыты с другими видами *Synedra*, *Navicula*, *Melosira* и мн. др. и подтвердил нахождение в их оболочках SiO_2. В дальнейшем к гистохимическому изучению диатомовых обращались многие и находили в тех или иных видах SiO_2 — Weiss, Bailey. Известны виды диатомовых без кремневого панцыря.[2] Hensen первый определил в диатомовых количество золы. Сухой остаток диатомовых состоял на 58%, в другом случае 60% из золы.

Таблица 65

Содержание золы в сухом остатке *Diatomeae*

Название вида	% орг. вещ.	% золы	% SiO_2 в сух. ост.	Авторы
Chaetoceras	39.61	60.38		Hensen } 1882—1886
Rhizosoleniae	42.1	57.9	50.6	Hensen } 1882—1886
Chaetoceras, Rhizosoleniae, Coscinodiscus	34.02	65.98	51.26	Brandt, 1898
Rhizosoleniae, Sceletonema, Thalassiothrix (9)	42.5	57.5	19.7	Brandt u. Raben, 1919—1922
Rhizosoleniae, Chaetoceras, Thalassiothrix	16.75	78.38	77.0	Anderson, 1891
Sceletonema, Chaetoceras, Thalassiothrix	49.65	50.45	23.06	А. П. Виноградов, 1932
Asterionella	42.48	57.52	49.48	Whipple a. Jackson, 1899
Fragilariae (преимущественно)	60.50	39.50	30.78	Birge a. Juday, 1922

Содержание углерода и азота в диатомовых благодаря большому содержанию золы (гл. обр., SiO_2), не велико, особенно если сравнивать с другими водорослями (табл. 66).

Сравним эти данные с табл. 62, где приведен состав *Peridineae*. Содержание азота ниже.[3]

Анализ золы диатомовых впервые произвел Anderson в пробе морского планктона, состоящего из *Rhizosolenia*, *Chaetoceras* и *Thalassiothrix*. Brandt позже дает определения целого ряда проб диатомовых (смешанный морской планктон из Кильской бухты) на SiO_2, Cl. Brandt и Raben в девяти подобных пробах различных диатомовых дали содержание P, Cl, Fe, SiO_2 и в двух случаях Ca. А. Виноградов, в диатомовом планктоне из Кольского залива, помимо того, — Mn и Al. Более систематические анализы планктонных организмов и, в частности, диатомовых произведены Birge и Juday (для пресноводного планктона).

[1] Он считал их за инфузории.

[2] См. воспитывание диатомовых без Si — Bachrach et Lefèvre, и Bachrach E.

[3] Для пресноводных планктона см. Morawski — Billitz.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 66

Содержание C, H, N в диатомовых (в %% сух. вещ.)

Название вида	Число анал.	C	H	N	Авторы
Sceletonema	2	25.27	4.28	3.84	Brandt u. Raben, 1919—1922
" . . . . *Thalassiothrix*	1	21.33	4.13	4.87	" " " 1919—1922
Rhizosolenia	1	14.47	2.61	2.44	" " " 1919—1922
Chaetoceras	3	11.0	—	—	Boysen Jensen, 1915
" . . . . *Rhizosolenia* . . . . *Coscinodiscus*	2	18.08	3.23	2.10	Brandt, 1898
Diatomeae (различн.)	4	22.04	4.90	5.40	Brandt u. Raben, 1919—1922
"	1	—	—	3.33	А. П. Виноградов, 1933
Asterionella (преснов.?)	1	—	—	2.20	Whipple a. Jackson, 1899
Fragilariae, гл. обр. *	1	—	—	3.66	Birge a. Juday, 1922
Chaetoceras (преимуществ. преснов.)	2	—	—	1.80	Knauthe, 1907
	18	18.68	3.65	3.40	

Таблица 67

Содержание некоторых химических элементов в диатомовых (в %% их золы)

Название видов	Число анализов	Fe_2O_3	CaO	P_2O_5	SiO_2	Al_2O_3	Место сбора	Автор
1. *Rhizosolenia, Chaetoceras, Sceletonema, Thalassiothrix* и др.	9[1]	4.49	5.67	4.98	64.44		Кильская бухта	Brandt, 1919—22
2. *Sceletonema, Chaetoceras, Thalassiothrix* . .	1[2]	1.62		2.38	45.73[3]		Кольский залив	Виноградов А. П., 1933
3. *Rhizosolenia, Chaetoceras, Thalassiothrix* . .	1[3]				78.38	1.76	ст. 157 Челленджер. экспедиции	Anderson, 1891
4. *Melosira granulata* Kalis, *Cyclotella compta* Ktz. (из грунта) . . .	1[1]		2.27		83.66	3.5 (+Fe_2O_3)	Оз. Байкал	Самойлов и Рожкова, 1925

[1] На золу без растворимых солей.

[2] Расчет на золу без удаления NaCl и других растворимых солей (сод. около 40%).

[3] На сухое вещ. — орг. вещ. 16.75%, H_2O — 4.87%.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Ca входит в состав диатомовых (1% сух. вещ.). Bachrach и Pillet нашли в золе диатомовых, как у имевших, так и не имевших кремневого панцыря — Ca. Для Mg, Sr, Ba в диатомовых количественных данных нет. В анализированном нами диатомовом планктоне из Кольского залива спектроскопически было найдено, помимо обычных химических элементов, Sr, Ba. См. также указания Murray и Renard о нахождении ими Ba в морском диатомовом илу. Нахождение P впервые указано было еще Kützing. Cooper находил 1.47 мг P в литре диатомового планктона.[1] В общем все анализы золы диатомовых близки между собой. Si является у диатомовых доминирующим химическим элементом. Его содержание колеблется от 10 до 80% на сухой остаток. Это составляет, в среднем, примерно, 1—1.5% Si, или 3% SiO_2 на живой вес[2] при 90(?!)% содержания в диатомовых воды. Те же количества Si содержатся и в пресноводных видах.

Ряд авторов считали в свое время, что скелет диатомовых всецело состоит из SiO_2; но, во-первых, есть формы, лишенные Si, а во-вторых, имеющие кремневый панцырь его теряют при известных условиях.

Северные формы богаче Si, см. замечание по этому поводу Pia.

В каком состоянии находится SiO_2 в панцыре диатомовых, остается неясным. Liebisch считает, что панцырь диатомовых состоит из двух мембран — из пектиновой и другой — гидрата SiO_2. Присутствие вместе с кремниевым скелетом еще и органического в настоящее время принимается всеми исследователями. Однако согласия взглядов о характере органического вещества нет. Сначала большинство считало его за клетчатку (Weiss). Затем Mangin, Liebisch доказывали, что это пектиновое вещество — более сложный полисахарид, широко распространенный в растительном царстве (от него зависит, напр., образование желе при разваривании фруктов и т. п.). Наконец, некоторые авторы (Bachrach) называют это органическое вещество — гиалиновым, что, как известно, ничего общего не имеет с полисахаридами и является очень общим названием некоторых белковых тел с невыясненной химической структурой.[3] Еще, Pfitzer и мн. др. (см. Kolbe, Richter) считали, что SiO_2 находится в соединении с органическим веществом (или иногда с другим, неорганическим), а не в виде SiO_2 и его гидратов, но так до сих пор этот вопрос и не получил окончательного разрешения. Из работ Murray и Irvine впервые стало известно об источниках Si в диатомовых. Совершается процесс, пока во всей своей полноте нам неизвестный, а именно расщепление каолиновых частиц (глины), взвешенных в морской воде, диатомовыми на гидраты SiO_2 и Al_2O_3. Опыты других исследователей — В. И. Вернадского, H. Coupin

[1] *Navicula ostrearia* выделяет содержащий P пигмент в морскую воду (Ranson).

[2] Hensen нашел непосредственно 2.83% SiO_2; H_2O 93.43%; сух. ост. равен 6.57%; см. *Frustalia salina*(?); Schmidt — 45.1% SiO_2 в сух. вещ.

[3] Из данных анализов диатомовых на белки, жиры, углеводы (см. Brandt и Raben, Emmons) нельзя сделать решающих выводов. См. находку Hahn в отложениях кизельгура белковой субстанции — так наз. Cornuit.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

подтвердили раскалывание каолинового ядра в присутствии диатомовых и бактерий.[1]

При этом SiO_2 — утилизируется диатомовыми, а другая часть, содержащая Al_2O_3, остается в морской воде или в илу. Свободный гидрат окиси Al во всяком случае находили в илах моря. Судьба этой части недостаточно ясна. Вопрос биогенной миграции Al — не затронутая область. Как видно из анализов Anderson и нашего, Al находится и в диатомовых [в скелетах диатомовых по Самойлову и Рожковой (грунт Байкальского оз.) показан Al вместе с Fe]. Содержание других элементов в золе диатомовых мало исследовано. Kützing обращал внимание на возможность нахождения гидратов окиси Al (и Fe) в скелетах диатомовых.

Naumann, Richter в пресноводных формах (напр., *Eunotia impressa*) указывают Fe. Molisch, Weiss, Schneider находили в диатомовых скопление Fe в органической основе скелета,[1] причем некоторые виды показывали очень сильную реакцию на присутствие Fe — *Pinnularia, Navicula, Mitschia* и т. д., а другие слабую — *Fragillaria, Synedra, Gomphonemus*. Richter и Sjösted находили скопления Fe в *Cocconeis scutellum* var. *ornata* и *C. pediculus* var. *baltica*.

Обычно же в золе диатомовых находится от 1 до 5% Fe_2O_3 (или от 0.5 до 2.0% на сух. вещ.) — см. табл. 67. Thompson, Bremner и Jamison наблюдали, что при стоянии пробы морской воды Fe из нее исчезало: почти нацело захватывалось диатомовыми. Поэтому с глубиной (ниже горизонта нахождения диатомовых) в морской (отфильтрованной) воде Fe становится больше.

Peklo показал, что вокруг тела диатомовых, в частности *Cocconeis pediculus*[2] иногда образуются стяжения Mn, повидимому в виде его гидрата или карбоната. Отложения Mn под микроскопом видны в виде темной каймы вокруг диатомовых до 6. 5μ ширины. Водоросли, на которых эпифитом живет *Cocconeis*, например *Cladophora fracta* f. *marina*, приобретают темную окраску, хотя сами Mn не содержат.[3] Molisch, просмотрев большое число красных и бурых водорослей Тихого океана, берегов Японии, убедился в постоянном нахождении *Cocconeis*, концентрирующего Mn на разнообразных видах водорослей. Заметим, что концентрация Fe и Mn, поскольку это известно сейчас, совершается преимущественно формами, живущими эпифитно. Существование подобных диатомовых эпифитов приводит к концентрации Fe и Mn, в субстрате, на котором они живут.[4] Отсюда возможность обогащения этими элементами организмов — хозяев после их гибели, что и наблюдал Sjöstedt (в мертвом *Gammarus*, на котором продолжали жить *Cocconeis*). Нами в диатомовых было най-

[1] См. о нахождении Fe-конкреций в диатомовых скелетах у Андрусова, Früh, Schröter; анализы диатомового ила у Gebbing и мн. др.

[2] Из Адриатического моря.

[3] В значительных количествах не содержат. См. стр. 193.

[4] Об обмене Mn в море см. при Fe в II ч.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

дено 0.005% Mn в сухом веществе (морфологический состав см. в табл. 65). О щелочных элементах известно, что без Na диатомовые в культуре не развиваются. Kolbe считал, что диатомовые являются указателями концентрации NaCl. Murray высказался в том смысле, что диатомовые развиваются главным образом у выходов рек в море, в областях с пониженной соленостью. Weevers нашел гистохимически в *Navicula, Gomphonema, Licmophora* значительное количество калия. Из галлоидов неожиданно высоким оказалось содержание J в диатомовых.

Gautier в органическом осадке из одного литра морской воды (около 0.01 г) из Ла-Манша, состоящего в значительной части из диатомовых *Coscinodiscus, Melosira, Camphylodiscus* и др., нашел 0.52 мг иода, органически связанного, при общем содержании в 1 литре воды — 2.32 мг J.

В воде Средиземного моря в 1 литре 0.286 мг иода — связанного. Качественные указания на присутствие иода в диатомовых дал Babyi. Еще более убедительным фактом, указавшим на концентрацию иода диатомовыми, явился анализ Closs отцентрифугированного планктона из Oslo-fjord, по определению Gran состоящем из диатомовых. Closs нашел в нем 38.08 мг иода в свежей пробе, или 230.91 мг J в 1 кг сухого, причем 25.97 извлекалось спиртом и 3% — H_2O. По нашим данным в диатомовом планктоне, состоящем, главным образом, из *Sceletonema, Chaetoceras* и разных *Thalassiothrix* из Екатерининской гавани, находилось $3 \cdot 10^{-8}$ в 100 г сухого остатка. Cameron не нашел иода в *Melosirae*.[1] Порядок нахождения J в диатомовых тот же, что и в богатых J водорослях, как, например, *Phaeophyceae*. Из этого следует, что диатомовый планктон играет огромную роль в миграции иода в море.

В питании многих планктоноядных животных это должно иметь важное физиологическое значение (см. рыбы.) Об обогащении грунта моря иодом детрита мы указывали в свое время. Gautier первый указал и на нахождение As в морском планктоне, в количестве, не поддающемся точному определению (и в виде As — органических соединений в морской воде — 0.0008 мг As в 1 л морской воды). Косвенно на содержание As в диатомовых указывают анализы Orton (устриц, питавшихся диатомовыми). По его данным сетяной планктон содержит 0.0066% As_2O_3! О нахождении Au, Ag и др. см. выше.

Из этих далеко не полных сведений о составе диатомовых следует все же, что их химический элементарный состав резко отличен от состава многих других водорослей и микроорганизмов планктона; напр., по содержанию SiO_2 — они занимают исключительное положение (см. о Si на стр. 243), затем по богатству J, отчасти Fe, может быть As, и наоборот, по низкому содержанию ряда других элементов (Ca, Mg, S?). Существует ли различие в составе отдельных видов диатомовых? Из приведен-

[1] Или во всяком случае было меньше 10^{-3}% сухого остатка. См. у Fellenberg; Heymann указывает нахождение в морской воде связанного J (нерастворимого в воде, очевидно находящегося в планктоне).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ных анализов положительного ответа мы не можем дать, так как все они почти без исключения относятся к так наз. монотонным диатомовым планктонам, где наряду с преобладающим видом присутствуют еще и другие. Требуются анализы отдельных видов. Из косвенных наблюдений — различие во времени появления отдельных форм, массивность панцыря, время его образования, количество зольного остатка и т. д. — говорят несомненно за существование видового характерного состава.

IV. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ МОРСКИХ БАКТЕРИЙ

Геохимическая роль бактерий в море весьма значительна. Выяснению этой роли мы обязаны работам экспедиционным и лабораторным, усилившимся за последние 10—15 лет.

Бактерии в море участвуют в многочисленных геохимических процессах. Обмен веществ в море без бактерий не мыслим. В настоящее время известны бактерии, связанные с обменом кальция, например осаждающие $CaCO_3$ (*Bacteriae calcis* и мн. др.),[1] концентрирующие железо, марганец, алюминий,[2] кремний, фиксирующие азот, восстанавливающие нитраты, нитриты и другие соединения азота, соединения селена и т. п., связанные с обменом серы. Большое число видов бактерий участвует в разрушении разнообразных органических соединений углерода. Многие из названных бактерий ныне найдены в море.[3]

Химический элементарный состав морских бактерий не изучался, либо известны лишь качественные наблюдения.[4] Так указывалось нахождение в некоторых бактериях аморфного кальция карбоната (напр. в пурпурных бактериях). Железо-бактерии долгое время не были обнаружены в море. Впервые они были указаны Буткевичем для илов, железо-марганцевых конкреций из Баренцева моря, а именно морская форма *Gallionella*,[5] в теле которой наблюдалась качественно концентрация гидрата окиси железа и гидрата закиси железа. Повидимому та же форма была найдена Перфильевым и Исаченко в грунтах Черного моря.

В какой мере названные бактерии связаны с образованием железо-марганцевых конкреций в морях, остается еще не вполне ясным.

[1] О бактериальных осадках кальция карбоната см. Twenhofel, Andre и др. Многие бактерии в море иногда заключают в теле $CaCO_3$ — см. Gicklhorn, Bersa и др. См. большую литературу по вопросу об отложении аморфного $CaCO_3$ при участии бактерии в море.

[2] Имеются указания на концентрацию ванадия, участие в обмене фосфора.

[3] Библиография морских бактерий приведена Bohart. Об участии в образовании органического вещества илов, отношение к нефтеобразованию, см. специальную литературу.

[4] Химический состав бактерий частью сведен Buchanan и Fulmer; еще полнее — см. картотеку Биогеохимической лаборатории Акад. Наук СССР.

[5] Он различает *Gallionella reticulosa* в Белом море и *G. tortuosa* в Печорском море. FeS указано в теле серобактерий — *Microspira* Исаченко. Thiel указывал на осаждение $Mn^{\cdot\cdot}$ в грунтах при помощи бактерий грунта и возможно низших грибков. О Fe — Mn-конкрециях см. во 2-й части.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Интересно отметить ряд указаний о нахождении в телах Fe-бактерий кремнекислоты и одновременно нахождение в настоящее время бактерий, концентрирующих $SiO_2n \cdot H_2O$. Вновь на этот процесс обратил внимание — Brussoff. Более ранние указания см. у Надсона. В морских грунтах (Каспийское море) были указаны подобные кремниевые бактерии Мальянц. На процесс концентрации SiO_2 бактериями не обращалось еще достаточного внимания и размеры его (в море, напр.) не ясны.

Капли серы указывались многими в различных серобактериях моря. Однако о характере состояния серы в S-бактериях вопрос не решенный. Deines считает вероятными нахождение напр. в *Beggiotoa* полисульфидов политионовых кислот.

Анализы относятся к пресноводным формам (по анализу Е. Кубовец до 80% S на сухое; см. анализ у Ellis (Fe, орг. вещ.) Meyer, Buchanan, Bavendamm и др.).[1]

Brenner описал селеновые бактерии (*Micrococcus selenicus*) из грунтов Кильской бухты, восстанавливающие селеновые и другие соединения. Насколько их жизнедеятельность специфически связана с нахождением селена в грунтах морей, не ясно.

V. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ *ZOSTERA* И ДРУГИХ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ МОРЯ

Zostera и *Posidonia*[2] принадлежат к высшим цветковым растениям (*Potamogetonaceae*), живущим в море.

Zostera образует во многих местах у берегов моря заросли так называемой морской травы. *Zostera marina* встречается на нашем тихоокеанском побережьи, в Черном море, на норвежском берегу и в других местах океана; в Средиземном море, кроме *Zostera marina* и *Z. nana*, также *Cymodoceae nodosa*, *Posidonia oceanica*. Химический состав *Zosterae* во многом напоминает состав некоторых водорослей. *Zostera marina* и *P. oceanica* в свежем состоянии содержат до 85% H_2O, количество которой в них в течение сезона колеблется. Органическое вещество гибнущей *Zostera*, напр. по берегам Дании и др., дает органический детрит грунта и количество его, как показали Petersen и Boysen Jensen, отражается на богатстве фауны дна моря. Для *Zostera* мы имеем определения не только содержания азота, но и углерода (табл. 68).

Содержание N по Boysen Jensen изменяется в зависимости от окраски (табл. 69), связанной с возрастом *Zostera marina*. Rørdam находит уменьшение N под осень, по Wheeler у зимней *Zostera* почти в два раза меньше N, чем у летней. Содержание золы также претерпевает колебания в течение сезона. О содержании золы в *Zostera* смотри у B. Jensen, Brandt

[1] См. об ископаемых бактериях (серобактериях). См. о сероводородной зоне Черного и других морей.

[2] Кроме того в море встречаются *Thalassiae*, *Cymodoceae*, *Ruppiae*, но анализов их почти нет.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 68

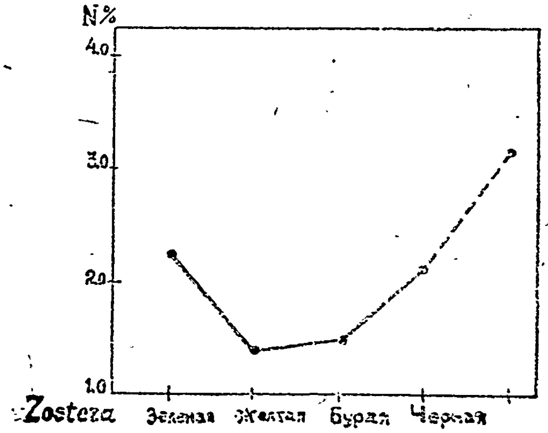
Содержание C, H, N в *Zosterae* и др. (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)

Название вида	Число анал.	C	H	N	Место сбора	Авторы
Zostera marina (зеленая) .		33.9		2.25	Фиорды Дании	Boysen-Jensen, 1905
„ (бурая) . .		30.7		1.5	„	„
„ (январь) .	7	32.3		1.55	„	„
„ (зимняя) .	1			1.53	„	Rørdam, 1913
„ (летняя) .	1			2.57	„	„
„ (июль) . .	3	38.5	5.95	2.75	Вблизи Киль-ского берега	Brandt u. Raben, 1919—22
„				2.87	Балтийское море	Vibrans, 1871
„				1.55	Bretagne	Vincent, 1924
„ (3) . . .	3	—		1.85		Wheeler a. Hartwell, 1893
„				2.14	Эзель	Sengbusch, 1894
Zostera augustata (летняя)				2.23	Адриат. море, венец. лаг.	Sestini, 1878
„				1.52	Дания	Rørdam, 1913
Zostera nana				1.64	Берег Алжира	Müller, 1894

и Raben, Sengbusch. Зола содержит много хлористых щелочей и щелочных земель и значительно меньше сульфатов, чем отличается от состава золы большинства водорослей (*Pheophycea* и *Rhodophycea*). Золы в сухом веществе 15—25 $^0/_0$.

Таблица 69

Содержание N в *Zosterae* в различных стадиях (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)



В *Zosterae* K вероятно преобладает над Na. У Bertrand в одном опыте со щелочами в *Zostera marina* оказалось K 19.42 $^0/_0$, а Na 16.78 $^0/_0$ в золе. Содержание обычных элементов в *Posidonia* и *Zostera* не представляет каких-либо особенностей. Отмечают иногда преобладание Mg над Ca (анализы Vincent, см. Wheeler). Содержание P при сравнении с водорослями больше (см. напр., анализ Brandt u. Raben). Для SiO_2 определения не верны (определялось вместе с песком и т. п., см. указанный анализ Gonnermann, хотя вероятно выше, чем в водорослях). NaCl обычно около 25 $^0/_0$ в золе и больше.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 70

Химический элементарный состав *Zosterae* и др. в $^0/_0\,^0/_0$ золы

Название растения	Число опр.	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	SO_3	P_2O_5	Cl	$Fe_2O_3+Al_2O_3$	SiO_2	Место сбора	Авторы
Zostera marina		11.36	5.21	1.62	30.13	3.12	5.43	15.12	1.88	25.41		Boudrimont, 1862
"		19.51	5.40	1.93	4.28	4.88	4.99	20.56	4.28	19.0		Sestini, 1878 и др.
"		17.13	9.56	2.77	33.48	4.40	3.34	25.67	0.55	8.33	Балтийское море	Vibrans, 1873
"		0.97	0.95	0.54	0.32	2.0	0.36		(0.12)		Бретань	Vincent, 1924 [1]
"	2	—	—	—	12.32	—	12.05	—	2.84	13.44	Kiel	Brandt u. Raben, [2] 1919—1922
"		15.67	14.62	8.65	9.00	13.0	4.38	26.85	2.34	(5.2) [3]	Балтийское море вблизи Эзеля	Sengbusch, 1894
Zostera nana		14.19	14.88	3.54	20.91	10.53	2.30	17.48	6.3	10.11	Алжирский берег	Müller, 1894
Posidonia oceanica		(5.0)	5.7	17.8	38.6	14.6	0.6	(3.2)	0.3	3.7	"	Chancel, 1899
" (листья)		13.01	9.18	4.92	39.4	6.28	4.04	16.54	5.52	6.29	"	Müller, 1894
" (корни)		17.81	12.65	5.19	14.57	10.85	2.12	22.65	5.96	8.24	"	"
" (бурая)		12.40	1.28	14.96	40.60	4.89	1.92	2.16 [2]	8.97	12.81	Адриатическое море	Sestini, 1875
" (зеленая)		8.61	4.07	14.50	36.9	3.05	2.55	1.84 [1]	7.62	20.86	То же	"

[1] в $^0/_0\,^0/_0$ сухого вещ.
[2] Анализы Stiehr.
[3] SiO_2 песок вместе.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

По определениям Stoklasa высокое содержание Al в морских травах. Откуда они получают Al — из воды или через корни из грунта? Это вопрос не лишний, если вспомнить о таком же большом содержании Al в водорослях, питание которых, как всегда считали, идет исключительно путем извлечения веществ слоевищем из морской воды (стр. 191). Baudrimont нашел 0.27% Al_2O_3 в золе *Zostera.*

Содержание Al	В золе Al_2O_3	В золе Fe_2O_3
Posidonia oceanica	16.72	4.41
Zostera marina	14.07	3.60
Ruppia marina	23.15	4.60

Количество Fe_2O_3 в *Zostera* и др. достигает 5—10% (?!) в золе (помимо данных, приведенных прежде; см. гл. о Fe в водорослях).

Из других металлов были найдены в значительном количестве (не сравнимом с содержанием в морских водорослях) — Mn.[1] По Forchhammer до 4% в золе *Zostera* (MnO). Он указан был Gümbel, а также v. Itallie и v. Zande; по Marcelet — $1.6 \cdot 10^{-2}$ % Mn в листьях и $6 \cdot 10^{-3}$ % в корнях *Posidonia.*

Forchhammer открыл B, Co и Ba качественно в *Zostera*, а Zn до 0.028% в золе. V. Itallie и v. Zande указали в *Zostera* Cu, Ba, B, Zn, Sr, Li, J и другие обычные элементы. Hotter указал в золе *Zostera* присутствие B. Аносов нашел стронций в *Zostera nana* из Каспия.

Из металлоидов — Marcelet нашел до $4.5 \cdot 10^{-5}$ % As в листьях и $3.5 \cdot 10^{-5}$ % в корнях на сухое вещество *Posidonia oceanica.* Br отмечался в них постоянно. Baudrimont нашел следы Br в *Zostera marina*; Losana и Croce 0.061% Br в золе той же *Zostera.* Иод открыт был в *Zostera* Balard, а затем Cassola, Sarphati, Thesén, Dickie и др.

Приводим ниже (табл. 71) данные о количестве иода в *Zostera.* Иод указан в *Posidonia* и других морских цветковых растениях.

Cameron нашел иода больше в корнях *Zostera* (до 0.013%), чем в листьях (нет ли тут связи с грунтом?). В общем количество иода в *Zostera* мало и не превышает его содержания в видах водорослей из *Phaeophyceae* бедных J (напр. *Fucaceae*) и, судя по данным, подвержено колебаниям.

VI. PROTOZOA

В море, как и на суше, мы всюду встречаемся с бесчисленными *Protozoa*; в морской воде — в планктоне, на дне моря — в грунту, на наружных покровах морских животных, на водорослях, наконец, в качестве паразитов в тканях внутри организмов и т. д. Геохимическая роль *Protozoa* не ограничивается участием в образовании известных мощных

[1] См. Scheele о Mn в растениях (1774).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 71

Содержание J в *Zostera* и других цветковых

Название вида	% J в живом веществе	% J в сухом веществе	% J в золе	Место сбора	Авторы
Zostera marina		0.148			Boudrimont, 1862
„		0.0005			Sarphati, 1835
„		0.0457			Stanford, 1877
„		0.002		Канада, атлантический берег	Cameron, 1914
„		0.0019			v. Itallie, v. Zande, 1916
„ (2) . . .			0.127	Северная Африка	Losana u. Croce, 1923
„	0.014	0.089		Bretagne	Vincent, 1924
„ (зеленая) .	0.0009	0.00619		Oslofjord	Closs, 1931
„ (бурая) .	0.0049	0.035		„	„
„	0.0008			Берег Швеции	Kylin, 1929
„		0.165	0.42	Балтийское море	Vibrans, 1873
„			ок. 0.1		Cassola
„ (2) . .			0.09	Тихоокеанское побережье	Аясота, 1927
„		0.0005		Seto M. B. St. (Япония)	McClendon a. Takeo Imai 1933
„ (5) . . .		0.0023		Черное море — заливы	Комаровский, Тюльпина и Фишер, 1934
Zostera nana		0.0002		„	„
Halophila euphlebia . .		0.0003		„	„

известковых отложений или кремнезема, а так же, например, глобигеринового ила или радиоляриевого ила, занимающих, кстати сказать, около половины всей поверхности дна океана, что более или менее хорошо изучено и о чем много можно найти в специальной литературе,[1] известны еще и другие породы, к образованию которых имеют отношение *Protozoa* Всевозможные биохимические процессы так или иначе связаны в море с жизнью *Protozoa*. Все, что известно об их химическом составе, а это лишь данные о составе скелетов *Foraminiferae*, еще далеко также не полно изученных, и то достаточно убедительным образом, как мы сейчас увидим, свидетельствует о многообразии химических процессов, в которых *Protozoa* принимает участие. Область этих процессов, вероятно, еще шире,

[1] Красная глина . . 133 975 000 кв. км Радиоляриевый ил . . 5 957 000 кв. км
Глобигериновый ил 128 824 000 „ „ Птероподовый „ . . 1 000 000 „ „
Диатомовый „ 28 300 000 „ „

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

чем это нам сейчас представляется. Анализы раковин *Foraminiferae* появились в результате интереса, который был проявлен исследователями к вопросу о происхождении морских известковых отложений, в частности глобигеринового ила и т. п. Анализы для других *Protozoa* единичны или неизвестны вовсе. О составе некоторых *Flagellatae* смотри при водорослях (гл. 30).

1. Foraminiferae

В систематике этих организмов большое значение имеет строение раковины (их скелета). По мнению американских специалистов, внутренняя структура раковин указывает на известное генетическое родство. Очень часто выдвигалось значение и химического состава раковин в качестве опознавательного признака. D'Orbigny положил начало различию *Foraminiferae* на имеющих известковую раковину и сложенную (сцементированную) из частичек песка, известковых частиц раковин, спикул губок и т. п., на так называемые песчаные *Foraminiferae.*

D'Orbigny, M. Schulze, Reuss, а потом и многие другие описали подобные песчаные, или агглютинирующие, формы *Foraminiferae.* Это деление на известковые и песчаные (агглютинирующие)[1] сохранилось в общем и сейчас. Было замечено, что *Foraminiferae* в известных случаях изменяют свою раковину. Изменяется не только величина и толщина ее, но и химический состав. Некоторые виды, например в пресной воде, теряют минеральный скелет, как-то *Polystomella,*[2] *Rotalia beccarii.* Другие на больших глубинах в море заменяют известковую раковину на песчаную, что, возможно, вызывается растворяющим действием морской воды под высоким давлением на известковую раковину *Foraminifera* и т. п. (*Miliolidae*). Наконец, известны формы наполовину песчаные, наполовину известковые (*Endothyra*). Поэтому некоторые известковые и песчаные формы, по мнению специалистов, ближе стоят друг к другу, чем, например, некоторые известковые формы между собой. Это нисколько не умаляет значения химического состава раковин *Foraminiferae* для генетических сопоставлений, а показывает лишь разнообразие путей, которыми может итти их эволюция. Прежде познакомимся с составом песчаных *Foraminiferae,* которые, имея органический (близкий по свойствам к хитиновому) скелет, агглютинируют песчинки и т. п. тела.

1. **Песчаные Foraminiferae.** Сборы *Foraminiferae* Челенджеровской экспедиции были первым материалом, химически обработанным. В работе Brady приводятся анализы Wright и Dunn для *Foraminiferae,* относящихся к двум семействам *Astrorhizidae* и *Lituolidae* из Атлантического океана. К этим анализам в 1911 г. Fauré-Fremiet присоединил ряд определений Ca и Fe для видов тех же семейств из Средиземного моря (табл. 72).

[1] Помимо того известны *Foraminiferae* с чисто органическим скелетом (белок — псевдохитин?). О кремниевых см. дальше.

[2] Имеет известковый скелет.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 72

Химический элементарный состав раковин и т. п. песчаных *Foraminiferae* (в $^0/_0{}^0/_0$ золы)

Название вида	SiO_2	$CaCO_3$	Fe_2O_3	Место сбора	Авторы
Rhabdommina abyssorum . .	94.7	2.9	2.41[1]		Wrigth a. Dunn, 1884
» . . .	88.26	4.01	7.41		Wrigth a. Dunn, 1884
»		1.9	2.40	Баренцево море	А. Виноградов, 1933
Hyperammina friabili	93.63	3.95	2.02[1]		Wrigth a. Dunn, 1884
Haplophragmina latidorsatum .	76.1	7.3	16.31[1]		Wrigth a. Dunn, 1884
Cyclammina lancellata . . .	84.8	5.5	9.41[1]		Wrigth a. Dunn, 1884
»		6.8	8.55		Fauré-Fremiet, 1904
Astrorhyza crassatina		1.3	2.51[1]		»

В основе минеральной части скелета этих *Foraminiferae* находится SiO_2 (песчинки и т. п.), сцементированные $CaCO_3$, гидроокисью (или карбонатами) Fe и органическим веществом.[2]

Содержание кремнезема в песчаных формах высокое. Очень вероятно, что в скелетах некоторых из них мы имеем гидраты кремнезема, образовавшиеся путем выделения их организмами, а не путем агглютинации кремневого материала извне. Из песчаных форм были описаны *Foraminiferae*, имеющие своеобразные правильные скелетные элементы, содержащие SiO_2 (псевдо-кварц Penard), например Rhumbler — для *Ammochilostoma paneiolaculata*, *Allogramiinae*, являющиеся переходными от песчаных форм к собственно кремневым. У Аверинцева см. нахождение подобных элементов из кремнезема в *Nebela* и др. (пресноводных) видах. Цемент (в неорганической части скелета) у песчаных видов представляется смесью гидрата окиси Fe и $CaCO_3$ в разных пропорциях. Железо находится, как думал Fauré-Fremiet в закисной форме и, вероятно, в виде карбоната.[3] Brady считал его $Fe(OH)_3$. Процесс выделения этого железа и $CaCO_3$ является активным физиологическим процессом у *Rhizopodae*. Fauré-Fremiet находил Fe в их

[1] С неб. кол. Al_2O_3.

[2] Характер материала, агглютинируемого песчаными *Foraminiferae*, меняется в зависимости от осадков дна. Однако распространение этих *Foraminiferae*, в свою очередь, связано с ними.

[3] $CaCO_3$ находится, повидимому, в виде кальцита (см. Lister, Stromer), что позволяет допускать о нахождении железа в виде $FeCO_3$ изоморфного кальциту. Проверки не было. Fe было качественно указано во многих *Foraminiferae* — Awerinzew, Schneider (для пресноводных).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

цитоплазме. Rhumbler несколько раньше также показал качественно присутствие Fe (а также и S) в песчаных *Foraminiferae.*

Концентрация Fe в скелете песчаных *Foraminiferae* — особенно велика у двух последних видов *Haplophragminae* и *Cyclamminae.* В некоторых областях трубки *Foraminiferae* покрывают дно моря на огромных пространствах. Например, в Баренцевом море, по данным экспедиций на „Персее", они распространены в западной его части,[1] образуя сплошной слой в несколько сантиметров. Нам приходилось иметь рабдоминовый грунт из Баренцева моря, со ст. 1119 э/с Персей. По нашим данным, свежие трубки *Rhabdomminae,* собранные из указанного грунта, имели 2.40% Fe_2O_3 в золе,[2] Т. И. Горшкова в подобном же грунте находила много Fe_2O_3. Очевидно мы имеем в областях распространения этих организмов и биохимическое обогащение ила железом. *Rhizopodae* играют здесь роль, аналогичную железо-бактериям, образующим железо-марганцевые конкреции в море. В песчаных *Foraminiferae* Frauré-Fremiet находил еще Mn, а Brady — Al.

Нами находился марганец, алюминий а также и титан. Ш. Е. Каминская определила в тех же *Rhabdomminae* $3 \cdot 10^{-2}$% Ti в золе (или $1.5 \cdot 10^{-2}$% Ti на сухое вещество). Относительно высокое содержание Ti в *Rhabdomminae* напоминает такое же содержание Ti в так наз. футлярах железо-бактерий. Вероятно и в железных рудах органогенного происхождения мы должны встретиться с подобными же количествами Ti.[3]

Накопление Fe у видов *Rhabdomminae, Hyperamminae* и др. несомненно связано с особыми условиями в областях их обитания (вентиляция, pH и т. п.), что интересно и с палеобиологической и систематической сторон.[4]

2. **Кремниевые Foraminiferae.** В песчаных формах *Foraminiferae,* агглютинирующих зерна песка, кусочки от спикул губок, раковин и т. п., захватываются извне и цементируются при помощи органического вещества, а также и соединений железа и кальция. Известково-магнезиальные формы имеют в скелетах кристаллы кальцита. Формы, о которых сейчас будет итти речь, — кремниевые, еще недостаточно изучены, с этой стороны. Скелетные части их состоят из одного только кремнезема (и органического вещества) и имеют иногда форму скелетов известково-магнезиальных *Foraminiferae.* Неясно отношение кремниевых к песчаным формам, к которым имеются переходы. Нужно думать, что скелетные элементы, содержащие SiO_2 (так наз. псевдокварц, опал?), вероятно образуются биохимическим путем. От песчаных форм они отличаются большим содержанием кремнезема.

[1] См. Горшкова, Т. И.

[2] В старых образцах трубок Foraminiferae Fe_2O_3 было значительно больше.

[3] Содержание Ti в футлярах железо-бактерий по анализам Влодавца — 0.27% TiO_2. В железо-марганцевых конкрециях от 0.13 до 1.05% TiO_2 по данным разных авторов (Грейнер, Джибсон, Чурина, Горшкова).

[4] См. Аверинцева, — о нахождении Fe и SiO_2 в пресноводных корненожках, в частности у форм, имеющих в частях скелета SiO_2.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 73

Химический состав магнезиально-известковых и известковых *Foraminiferae* (раковин) в %% золы

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Fe_2O_3	SiO_2	Форма	Место сбора	Авторы
Globigerina bulloides d'Orb.	93.14	0.57	1.72	1.57	Планктонная; Perforata		По Brady, 1884
»	91.32	0.30	2.72	1.83	»		»
»	92.54	0.87	1.25	1.36	»		»
Pulvinulina menardii d'Orb.	77.02	3.67	3.98	(15.33)	»	Ш. 40°34 N Д. 66°09 W	Clarke a. Wheeler, 1922
Operculina complanata Dtr.	93.60	4.8	0.1	0.9	Perforata		Wright a. Dunn, 1884
Sphaeroidina dehiscens P. a. J.	84.38	1.79	4.94	8.89	»	Филиппинские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Amphistegina lessonii Pib.	92.85	4.9	следы	0.3	»	Cape Verde Islands	Wright a. Dunn, 1884
Orbitolites complanata Lam. *v. laciniata* B.	86.46	12.52	0.68 *	0.58	Imperforata; донные	(Fiji)	»
Orbitolites complanata Lam. *v. laciniata* B.	88.2	8.8	—	0.3	»	»	»
Orbitolites complanata Lam. *v. laciniata* B.	88.74	9.55	—	0.14	»	»	Gibson, 1884
Orbitolites complanata Lam. *v. laciniata* B.	87.91	10.50	—	0.11	»	»	»
Orbitolites marginatis, Lam.	89.01	10.55	0.13	0.31	»	Tortugas	Clarke a. Wheeler, 1922
Orbiculina adunca Ficht a. M.	89.76	10.04	0.09	*0.11	Imperforata	Флорида (Key W.)	»
Quinqueloculina auberiana d'Orb.	90.11	9.33	0.56		Imperforata; донные	Tortugas	Chambers, 1922
Polytrema mineaccum L.	88.76	11.22	0.02			Bahamas	Clarke a. Wheeler, 1922
Tinoporus baculatus Carpent.	88.70	11.08	0.19	0.03		Австралия	»
Biloculina sp.	92.05				Imperforata; донные		Schmelck, 1889

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

О содержании SiO_2 в скелете заключали, главным образом, по оптическим свойствам скелетных элементов. Schmelck (у Brady) приводит данные о содержании в *Biloculina ringens* 10.6% SiO_2, в другом случае 7.61%, остальное $CaCO_3$.

За SiO_2 был принят нерастворимый в кислоте остаток. В действительности же *Biloculina* известковая форма (с 92.05% $CaCO_3$ в скелете), а присутствие нерастворимого остатка может быть объяснено загрязнением (раковины взяты были из грунта).[1]

Других количественных анализов на SiO_2 нет. За последнее время, однако, появились отдельные указания на находки SiO_2 — *Foraminiferae*, а также и $SiO_2 + CaCO_3$. Penard впервые описал ряд форм с кремневым скелетом, в том числе и пресноводную форму *Quadrilella symmetrica*, имевшую кремневый скелет. Этот скелет был, как он говорит, „изоморфен" скелету другой *Quadrilella irregularis*, состоявшему из $CaCO_3$. Аверинцев тогда же высказал мысль о конвергенции формы раковин различного состава. Chapman описал подобную же (неагглютинирующую) с SiO_2-скелетом форму *Miliolina oblonga* var *arenaceae* и „изоморфную" ей с $CaCO_3$-скелетом *Miliolina oblonga*. Heron-Allen и Earland нашли целый род *Miliamminae* с таковым же кремневым скелетом, живущих в антарктических водах. Cockerelle допустил, что *Miliolina* Chapmana и *Miliammina* Heron-Allen и Earland один и тот же род. Однако при исследовании, произведенном последними авторами, оказалось, что *Miliammina* имеет раковину из трех слоев — внутреннего слоя, затем из $CaCO_3$ и наружного из гидрата SiO_2, что неизвестно для *Miliolinae*.

Все это указывает на сложность химического состава некоторых раковин *Foraminiferae*, относимых к кремневым формам. Характер SiO_2 в этих *Foraminiferae* неясен. Вероятно это опал, т. е. $SiO_2 \cdot nH_2O$, но точных данных так судить еще нет. Penard по внешнем сходству отдельных скелетных частиц SiO_2 у кремневых *Foraminiferae* назвал его псевдокварцем.

3. **Известковые Foraminiferae**. Они делятся обычно на perforatae со стекловидной раковиной и imperforatae с непрозрачной фарфоровидной раковиной. Известковый характер их раковин был известен давно и неоднократно подтверждался многими исследователями, полагавшими, что раковины состоят из одного $CaCO_3$. Действительный состав их выяснился после первых сделанных анализов Wright и Dunn, а затем Clarke и Wheeler и др.

Все исследованные известковые *Foraminiferae* содержат не только $CaCO_3$, но иногда значительные количества $MgCO_3$.[1]

Следовательно, эти *Foraminiferae* должны быть отнесены не к известковым, а к маг незиально-кальциевым организмам. Содержание $MgCO_3$

[1] См. ископаемые формы, известняки, их состав. Сравни содержание $MgCO_3$, напр., в нуммулитовых известняках с фузулиновыми и т. п.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

достигает до 12.52%, особенно у видов, живущих на дне моря. *Globigerinae* и близкие к ним (по некоторым авторам все одного семейства *Rotuolidae, Sphaeroidinae, Pulvinulinae* и др.) имеют заметно меньше $MgCO_3$ (см. табл. 73), особенно находящиеся в планктоне[1] — напр. *Globigerina bulboides* и др. Bütschli качественными пробами убедился также в малом содержании в *Globigerinae* $MgCO_3$, тогда как в *Amphisteginae* было отмечено им больше Mg. Возникает естественный вопрос о существовании генетической связи в ряде форм, могущих быть расположенными в ряд по убывающей или возрастающей степени содержания в их раковине $MgCO_3$. В ископаемой форме *Nubeculariae novorossica* нашли до 26% $MgCO_3$. Несмотря на малочисленность анализов известковых *Foraminiferae* всего — 17, все же можно наметить 2 группы *Foraminiferae* по содержанию в их скелетах $MgCO_3$.

1-я группа с небольшим содержанием $MgCO_3$ от 0.3 до 5% (известковые) и 2-я — от 5 до 12.5% и выше $MgCO_3$ (магнезиально-известковые). К первой группе принадлежат почти исключительно (поскольку это известно из современных данных) *Foraminiferae* с пористой стекловидно-известковой раковиной — *Globigerinae, Pulvinulinae, Operculinae* и др.; ко второй — со сплошной фарфоровидной раковиной — *Orbitolites, Biloculina* и др. Поэтому следует ожидать, что известняки, сложенные первыми (напр., мел), будут бедны магнием, а вторыми — будут иметь признаки доломитизирования. *Foraminiferae* с фарфоровидной раковиной imperforatae, как известно, формы почти исключительно придонные, а *Foraminiferae* со стекловидной раковиной — главным образом формы планктонные. Следовательно различию в составе скелета отвечает и различие условий обитания. Геологически это как будто бы значит, что осадки из скелетов планктонных форм *Foraminiferae* должны быть бедны магнием и обратно. Вывод, имеющий практическое значение, который нужно проверить. Действительно глобигериновый морской ил из открытого моря содержал по Brasier всего 0.87—1.3% $MgCO_3$. По Gebbing 1.4% $MgCO_3$. Thorp анализировал глобигериновые и другие илы с *Foraminiferae* из Караибского моря, и в его анализах видно, что наименьшее содержание $MgCO_3$ имеется в глобигериновых илах (1—1.6%), тогда как в других — в среднем 3% $MgCO_3$ и выше. В минералогическом отношении раковины не имеют различия. Mayer рентгеноскопически подтвердил нахождение во всех так наз. известковых *Foraminiferae* (и магнезиально-известковых) — в видах из сем. *Globigeriniidae, Nummulinidae, Miliolidae* кальцита. Sollas, а затем и Sorby и др. еще раньше, по удельному весу $CaCO_3$ раковин, считали, что большинство *Foraminiferae* должны иметь кальцит (они, однако, допускали существование у некоторых и арагонита).

[1] Ср. с содержанием Mg в других планктонных организмах (см. *Mollusca*). В ранней стадии раковинки *Sphaeroidinae, Pulvinulinae* и др., приведенные в таблице, — похожи на *Globigerinae*. Однако их относят к разным семействам. Имея в виду химический состав раковин, можно высказать мысль об их тесной генетической связи.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Bütschli для *Clobigerinae* и *Amphisteginae*, а также Meigen для *Polytremae*, Kelly для некоторых perforata, Schmidt в *Logenae*, *Globigerinae* и др. находили только кальцит. Аверинцев исследовал оптические свойства ряда известковых раковин *Foraminiferae*, и показал нахождение кальцита. Некоторые особенности, наблюденные при исследовании оптических свойств этих раковин *Foraminiferae* Rhumbler считал важным признаком.

В каком состоянии находится $MgCO_3$, неизвестно. Вряд ли в раковинах *Foraminiferae* имеется доломит, как иногда пишут. Это еще не доказано. Если бы его нашли ($CaCO_3 . MgCO_3$), то мы имели бы раковины, содержащие доломит и кальцит вместе, поскольку кальцит доказан давно.

Кристаллы кальцита (гексагональные) отличаются от $MgCO_3$ и не дают изоморфных смесей — дают лишь двойные соли определенного состава — как напр. доломит. В то же время ни в одном случае *Foraminiferae* и других скелетов *invertebrata* содержание $MgCO_3$ (и $CaCO_3$), равное отношению их в доломите, не найдено. Мы имеем по существу у разных видов *Foraminiferae* любые количества $MgCO_3$. Это говорит больше о каком-то другом состоянии $MgCO_3$.

В магнезиально-известковых раковинах *Foraminiferae* указывали следы P и F (Mohr).

2. Xenophyophorae

Оригинальным химическим составом отличается группа *Rhizopodae*, названная Schulze *Xenophyophorae*. Он имел эти организмы из сборов Челленджеровской экспедиции, „Siboga", „Albatros" „Valdivia". По данным этих экспедиций можно ясно составить картину распространения *Xenophyophorae* в море. Все они были встречены в узкой полосе, вдоль экватора, между широтами от 39°22′ южн. шир. и до 38° северн. шир. на глубине от 981 до 5000 м. Щепотьев описал их нахождение и на небольших глубинах от 1 до 5 м около Цейлона. В этих же местах, около г. Коломбо, еще в 1888 г. Jones находил на дне моря на глубине 1235 м своеобразные конкреции, содержащие $BaSO_4$.

Подобные же конкреции, содержащие $BaSO_4$, нашел и Böggild в грунте, собранном на „Siboga" в области находок *Xenophyophorae*.[1] Thierfelder, исследуя вместе с Schulze отдельные включения из различных *Xenophyophorae*, так наз. „granellen", доказал, что они состоят главным образом из $BaSO_4$. „Granellen" достигают размеров до 3 μ. Они были найдены во многих видах из семейств *Psammonidae* и *Stammonidae*, как, напр., *Psameta erythrocytomorpha* Sch. или *Stamona dendroides* и многие др. Кроме $BaSO_4$ в „granellen" иногда содержится $CaSO_4$.

[1] Гл. 304 м. (Грунты моря (илы) содержат $BaSO_4$), анализ N. Bjerrum.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Andre, Самойлов и др. считали очень вероятным, что в образовании конкреций, как и некоторых других отложений тяжелого шпата, принимали участие организмы, подобные *Xenophyophorae.* Иными словами, некоторые отложения барита являются морского и органогенного происхождения. В *Xenophyophora* было обнаружено еще S и J.

Можно допустить, что песчаными скелетами с разными отношениями в них Fe и Ca (и SiO_2), магнезиально-кальциевыми (с разными отношениями $MgCO_3 : CaCO_3$), чисто кремневыми (или вместе с кальцитом) и, наконец, с включениями $BaSO_4$ не исчерпывается все разнообразие состава скелетных частей *Foraminiferae.*

3. Radiolariae

Микроскопических размеров *Radiolariae* привлекают внимание своими правильными красивыми формами. Их остатки находят в докэмбрийских отложениях и иглы, напр. *Spummellariae* и *Nassellariae,* как показал Ehrenberg (1838), содержат SiO_2 (см. Meigen). Все пробы для *Radiolariae* носят однако качественный характер. Известны несложные анализы Hensen для неизвестных *Radiolariae* и Delff для *Collozoum inerme,* содержащие 0.38% N в сухом веществе (или 4.28 на беззольный сухой остаток).

Таблица 74

Химический состав *Radiolariae* (в %% сухого остатка)

Название вида	Сухого вещества в %	Раств. + не раств. золы в %	Место сбора	Авторы
Collozoum inerme	12.22	86.5 + 1.28[1]	Neapel	Delff, 1912
Radiolariae	67.27	32.73	Kiel? бухта	Hensen, 1882

Vernon находил сухой остаток в *Collozoum* меньше 1%.[2] Все эти данные напоминают анализы диатомовых водорослей. Количество кремния, в них заключенное, неизвестно, как и характер его состояния.

SiO_2 был указан в кремневых формах многими (Immermann и др.). Borgert описывает цементирующие формы, содержащие кремнезем. Schröder, описывая виды *Cytocladus gracilis* и *C. major* (из Атлантического океана), обращает внимание, что скелетные элементы этих форм, содержащих кремнезем (так наз. stacheln — иглы), не одинаково легко обрабатываются HF и H_2SO_4.

Так, например, в их иглах легко разрушаются указанным образом средние части и с большим трудом внутренний остов и наружные части.

[1] Нерастворимая зола содержала кусочки (возможно посторонние) извести.

[2] Что сомнительно, так как морская вода содержит >3% солей!

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Müller (1858), признавая для большинства *Radiolariae* скелеты из кремнезема, впервые высказал сомнение относительно характера кристаллов, находившихся в одной *Radiolariae* (*Collosphaera*, Huxley); они не растворялись в холодных кислотах и щелочах, а по ряду признаков вещество, их составляющее, напоминало свойства $SrSO_4$ и $BaSO_4$.

Brandt также указал, что *Acanthariae* содержат в неорганическом скелете не SiO_2.

Аверинцев, а позже Bütschli нашли, что некоторые из *Acanthariae*, например *Acanthometra*, *Acanthohiasma*, *Xiphicanta*, имеют скелет, который в скрещенных николях показывает двойное лучепреломление, не свойственное $SiO_2 \cdot nH_2O$ (опалу). Шевяков (1902) подверг исследованию состав скелета *Acanthometra pellucidium*, который растворялся в H_2SO_4 без выделения газа и, по определению Шредера, состоял из:

Таблица 75

Acanthometra pellicidium — анализ

CaO	31.4%
MgO	следы
Fe_2O_3 (+ Al_2O_3)	17.6
SiO_2	21.6
Потеря	29.6
	100.2

Шевяков, на основании этого анализа, заключил, что скелет состоит из гидрата Ca-алюмо-силиката. Потеря в анализе объясняется присутствием щелочей и воды, которые не определялись. Bütschli, имея материал от Schröder (Südpolare expedition), в виде нетипичной сидячей формы *Radiolariae* — *Podactinelius*,[1] произвел анализ ее скелета. Спектроскопические пробы и форма кристаллов соли, полученных из вещества скелета, заставили признать его, что скелет состоит из $SrSO_4$.[2] Другие *Acanthariae* из Неаполитанского залива давали также ясную реакцию на Sr. Кроме Sr, были обнаружены еще Si, Fe, Ca (и S) в малых количествах.

Popofsky исследовал химический состав скелетов *Acantharia* (подпорядок — *Acanthophracta*, напр. *Astrocapsa tritonis* и др. *Astrocapsidae*) из Антарктики. Скелеты легко растворялись в серной и соляной кислотах; с хлористым барием показывали присутствие SO_4. Проба на пламя дала окрашивание, вызываемое солями Sr и т. д. Он считал поэтому, что в исследованных им *Astrocapsidae* скелеты содержат стронций.

Schmidt, исследуя в поляризованном свете *Acanthrometridae*, *Amphiloncha*, нашел двойное лучепреломление.[3] Шевяков, в своей монографии

[1] *Podactinelius sessilis* Schröder.

[2] SO_3 было найдено до 7%.

[3] См. его замечание в книге, 1924.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

по *Acanthariae* вновь возвратился к этому вопросу и, основываясь на всех своих наблюдениях, остается при прежней точке зрения. Он высказывает соображение о том, что форма *Podactinelius* для *Radiolariae* не типична и если следовать Mielck, то она должна быть отнесена к другому классу, а не к *Radiolariae* (*Heliozoa?*). Вопрос о составе скелета в известной мере остался открытым. Интерес к нему усиливается еще тем обстоятельством, что неоднократно высказывались мысли о возможности органогенного происхождения целестинов (см. у Самойлова). Нужно к этому заметить, что морские организмы, как это мы вскоре увидим, содержат (особенно в $CaCO_3$-скелетах) иногда до 0.5% Sr и больше.

В некоторых *Radiolariae* Шевяков находил кристаллы фосфатов — Ca.[1] Fe указывалось лишь качественно, — Schneider.

4. Heliozoa, Infusoriae и другие Protozoa

Heliozoa. У видов, имеющих минеральный скелет, последний состоит из $SiO_2 \cdot nH_2O$, как, напр., у *Clathrulina elegans* Cienk., *Acanthocystis turfacea* Cart., которые были исследованы на Si — Hertwig (см. Schulze). Mangin нашел SiO_2 скелет у *Chala rotharica*. Никаких других данных об их составе нам неизвестно.

Infusoriae. Для морских видов инфузорий анализов нет. Для пресноводных форм известны указания на нахождение кристаллов Ca-фосфатов, однако не подтвержденные. Некоторые инфузории являются железными организмами (см. у Molisch, напр., *Vorticella* и др.). Затем у форм, живущих в серных источниках, находили серу (Cohn). Интересно указание на содержание кремния SiO_2, по мнению Weineck — в виде кремневого геля в скелете (*pellicula*) у *Ophryoscolecidae*.[2] Наконец, некоторые аналитические данные имеются для *Paramecium caudatum* (Grobicka и Wasilewsca — до 12.81% N_2 в сухом веществе). Систематических наблюдений, как видим, нет, а все приведенные нами примеры, повидимому, относятся к нетипичным случаям, в смысле их химического состава.

О фосфоре в *Glaucoma* sp. — см. у Needham.[3]

5. Содержание других химических элементов в Protozoa

Следы иода Cameron нашел в *Prorocentrum*. В пресноводной *Foraminiferae-Arcella* в вакуолях находится газ, содержащий кислород.

Следует отметить нахождение в глобигериновом и радиоляриевом илах содержания B (0.05%), Se $<$ 0.0001% и Y — $<$ 0.001% по Goldschmidt и Peters.

[1] См. возражения.

[2] Живут в желудке жвачных животных, см. Eberlein.

[3] То же в *Flagellata* — *Bodo caudatus* и *Polytome uvella*.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

VII. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ *PORIFERAE*

1. Общие замечания

В начале прошлого века в систематике губок установилось деление по химическому составу их скелетов на губки роговые, кремневые и известковые. В главном это разделение сохранилось и в современной систематике губок. В своем изложении мы будем придерживаться деления губок на: 1) *Cornacuspongidae* и кремневые губки — *Tetroxanidae* и *Hexactinellidae* и 2) *Calcareae*.

В современной систематике губок приобрела более важное значение форма элементов скелета губок, так называемых спикул. В этом направлении и протекала основная работа исследователей морфологов и систематиков. В основе определения видов *Poriferae* лежит морфологический характер спикул, которые бывают одноостные, 4-остные, 3- и 6-остные и еще более сложной формы, а также и история образования спикул — первичные спикулы или вторичные, и т. п. Химический состав спикул и губок в целом не получил более дифференцированного значения в систематике *Poriferae*. Он не пошел дальше разделения на известковые и кремневые губки. В дальнейшем мы попытаемся обратить внимание читателя на тех сторонах химического элементарного состава *Poriferae*, их скелета, главным образом, какие могли бы быть использованы в систематике. Ранним исследователям не был известен основной субстрат наиболее обычных роговых губок.[1] Geoffroy (1706) в так называемой купальной губке (из *Euspongidae*) нашел соли $NaCl$, $MgCl_2$, Fe; Levis (1771), повторил эти наблюдения, затем Lavoisier (1784) впервые исследовал органический (элементарный) состав губки.

Несколько позже, в начале XIX в., встречаемся уже с довольно обстоятельными для того времени анализами той же купальной губки, произведенными Rogazzini, Herberger и Sommer, Preuss, Proust, Heyl, Bley (анализ конкреций губки), Tromsdorff, Posselt, Hornemann, Kressler, Vogel, Jones, одновременно отметивших содержание и ряда реже встречающихся химических элементов, напр. J и Br в губках. Данных их мы не приводим полностью, так как они по методологическим приемам анализа устарели. Объектом исследования долгое время остается только одна эта губка, обычно получавшаяся с рынка, подвергшаяся обработке, известная под разными названиями.[2]

Впервые присутствие SiO_2 в животных и именно в губках устанавливает в 1789 г. Abildgaard,[3] и несколько позже описываются кремневые

[1] История исследования губок приведена у Uhle (1819), Arndt. Библиография у Vosmaer, 1928 г.

[2] *Spongia marina, Sp. usta, Sp. tosta, Sp. marina usta* и другие препараты, полученные путем сжигания купальной губки.

[3] Он приводит их названия: *Alcyonii lyncurii* Lin. (*A. aurantii* Pall.) и *Sabella chrysodome* L. Дальнейшую синонимику см. в специальных работах. Некоторые указани на нахождение SiO_2 в губках можно найти у Welter (1798), Schweigger (1819).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

спикулы в определенных *Poriferae*. На этом основании Gray (1825) различал губки, имеющие в спикулах SiO_2, от *Alcyonariae*, содержащих в спикулах $CaCO_3$.

В 1826 г. Grant открывает $CaCO_3$ в спикулах губки *Grantia compressa*. Этими исследованиями и устанавливается дальнейшее деление губок на порядки: известковых и кремневых губок, о чем мы говорили выше.

2. Содержание воды, золы, углерода, водорода и азота в губках

Роговые губки состоят из белкового вещества — спонгина. В кремниевых губках спикулы, имеющие $SiO_2 \cdot nH_2O$, скреплены тем же спонгином; у *Hexactinellidae* скрепления кремневых спикул происходят часто при помощи $SiO_2 \cdot nH_2O$. Спикулы *Calcareae* как правило лежат в теле[1] губки свободно, реже спаяны $CaCO_3$.

Благодаря особенностям строения тела губок (в частности роговых) они могут удерживать огромные количества воды.[2] Поэтому известные определения H_2O в губках, произведенные обычным путем (высушивание и т. п.), условны. Они не указывают, в какой мере полученные данные для содержания H_2O относятся к H_2O, входящей в состав тела, и к H_2O, так сказать, „внешней", удерживаемой в порах. Поэтому данные, приведенные ниже, дают лишь первое представление о количестве H_2O в губках (табл. 76).

Таблица 76

Содержание H_2O, органического вещества и золы в разных *Poriferae* (в %% веса в жив. сост.)

Название вида	H_2O	Орган. вещ.	Золы	Автор
Cornacuspongidae и др.				
Chondrosia reniformis	84.0	11.33	4.67	Krukenberg, 1880
Tethya Lyncareum	74.53	13.67	11.80	„
Stellata Wagneri	77.5	8.00	14.50	„
Suberites massa	82.2	10.0	7.80	„
Suberites massa	85.5	7.10	4.40	Pütter, 1914
Suberites domunculus	78.6	11.79	9.61	Krukenberg, 1880
„	73.23			Cotte, 1901
„	77.50	7.8	14.9	Pütter, 1910
Hircinia sp.	83.8	12.0	4.2	„
Hippospongia eq. v. *elastica*	94.1	—	—	Allemand, 1922
Euspongiae (?)	86.13	—	5.46	анал. из Connect. St. Exp. Station, 1890
Cliona hixoni	93.0	—	—	Von Leudenfeld, 1885
Desmacidon fruticosus	91.1	—	—	Bertrand, 1903
Microciona prolifera	83.0	17.0	—	Long Island sund Bergmann a. Johnson. 1933
Calcareae				
Sycandra raphanus	90.15	3.61	6.24	Pütter, 1910

[1] Органическое вещество *Calcareae* не исследовано.

[2] В 20—30 раз больше их сухого веса.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Количество органического остатка в губках невелико. Оно колеблется от вида к виду. Количество золы меньше всего в роговых губках, наибольшее в чисто кремниевых, особенно в глубоководных *Hexactinellidae* и в так наз. известковых губках. Соотношение между органическим веществом и золой в сухом остатке колеблется от $^1/_{10}$ до $^1/_2$ органического вещества в среднем для кремниевых губок, что видно из данных Clarke и Wheeller и мн. др.[1]

Определения C и N в губках случайны и единичны.

Таблица 77

Содержание C, N в *Poriferae* (в %% сухого веса)

Название вида	C	N	Авторы	Примечание
Suberites domunculus . .	20.64	—	Cotte, 1901	
Euspongia (?)	—	7.41	анализ Bur. of Soils	сух.— воз., 13.9 H_2O
„	—	8.41	анализ Connect. St. Exp. Station	
Suberites massa	—	8.41	G. d. Torre e. Bomboletti, 1878	пересчитано на абс. сухое вещ.
Geodia gigas	—	8.41	G. d. Torre e. Bomboletti, 1878	из Адриатическ. м.
Reniera flava	—	8.41	G. d. Torre e. Bomboletti, 1878	„
Raspaila tipica	—	8.41	G. d. Torre e. Bomboletti, 1878	„
Hircinia tipica	—	8.41	G. d. Torre e. Bomboletti, 1878	„
Euspongia (?)		8.41	Posselt, 1843[2]	
„		8.41	Croockewit, 1843[2]	
„ (?)	—			

Содержание углерода в органическом беззольном остатке *Suberites domunculus* достигает 52.53% и 7.95% H.

Если исключить анализы спонгина,[3] то анализов на N, относящихся ко всему веществу губок, почти нет.

3. Cornacuspongidae

Все более ранние анализы губок под названием купальной, обыкновенной, морской, *Spongia marina, usta* и т. п., вероятно, относятся к видам *Euspongiae*. Способность их удерживать значительные количества морской воды сказалась на первых анализах. Названные выше авторы, а также

[1] Moore, Edie, Whitley, Dakin, Vogel.

[2] Грубый спонгин губок.

[3] Органическое вещ. *Euspongiae* содержит 16.15% N; *Hireiniae* 9.2% N (спонгин), см. Stary, Pennetier, Maly, Posselt, Krukenberg, Hammer, Croockewit, Lavoisier.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Thompson, de Haen, Fourcroy, Wiggers, Hatchett[1] прежде всего качественно указали на присутствие в них солей из морской воды Mg, Ca, Na, Cl, SO_4, а затем P, Fe, Al, Si и др.[2] Количественных анализов роговых губок, отвечающих современным требованиям, немного. В отношении всех их возникает вопрос, насколько хорошо авторам анализов удалось избавиться от посторонних включений. В 1878 г. Del Torre et Bombolletti дают анализы различных губок *Hircinia, Suberites, Geodia, Raspaila.* В настоящее время эти анализы требуют повторения. Более современные количественные анализы *Cornacuspongidae* имеются у Clarke и Wheeler, хотя далеко неполные и отвечающие, главным образом, составу скелетных частей.

Таблица 78

Химический состав *Cornacuspongidae* (в %% золы)[2]

Название вида	SiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3, Al_2O_3	Na_2O	K_2O	SO_3	Cl	Зола в % сух. вещ.	Место сбора	Автор
Esperiopsis quatsinoensis Lb. . . .	92.45	3.15	1.34	0.81	2.45			?			Аляска	Clarke a. Wheeler, 1922
Chondrocladia alaskensis Lb. .	93.35	2.21	1.00	0.54	2.84			?			„	Clarke a. Wheeler, 1922
Gelliodes grandis Verrill.	88.28	1.30	1.45	1.03	6.52			1.37			Gulf of Maine	Clarke a. Wheeler, 1922
Phakellia grandis V.	94.69	0.79	0.35	0.71	3.59			?			Northeast of Cape Cod	Clarke a. Wheeler, 1922
Halichondria panicea J.	87.93	2.75	1.69	0.20	7.36			0.09			Alaska	Clarke a. Wheeler, 1922
Hircinia campana v. *turrita* Hyatt .	2.27	79.64	6.37	2.71	9.11			?			Bermuda	Clarke a. Wheeler, 1922
Hircinia tipica . .	68.56	4.75	2.76	4.91	6.14	4.6	0.77	2.04	4.91	55.46	Адриатическое море	Del Torre, 1878
Spinosella sororia v. *crispa* Duch. .	40.53	36.85	3.42	9.08	10.13			?			Bermuda	Clarke a. Wheeler, 1922
Reniera flava . . .	70.85	4.67	3.06	1.60	5.98	5.69	1.17	3.44	5.39	52.88	Адриатическое море	Del Torre, 1878

В *Hirciniae* больше Ca, чем Si. Это требует пояснения. *Poriferae* легко захватывают посторонние включения и с трудом поддаются очистке (при подготовке материала к анализу) от посторонних включений. По отношению *Hirciniae* это осложняется еще тем, что эта губка строит свой скелет путем

[1] Hatchett указывает Ca в *Spongiae off.* и др.; Fourcroy замечает, что Ca в них мало.
[2] Анализы пресноводных губок см. у Traxler и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

агглютинаций различных частиц из ила, что следует иметь в виду при сравнении ее состава с составом других губок. Поэтому нельзя согласиться с тем, что Clarke и Wheeler *Hirciniae* (и *Euspongia officinalis*) называют известковыми губками. Они действительно имеют больше Ca в золе, чем SiO_2, но и золы в этих губках очень мало. По данным тех же авторов и другие типичные роговые губки, а именно *Euspongia off.*, *Hippospongia equina*, *H. agaricina*, *H. caniculata* и *Aplysina hirsuta* содержат до 97% органического остатка в сухом веществе, т. е. имеют всего около 1% золы в живой губке. В анализах Greco del Torre губок из Адриатического моря в них необычайно большое количество Fe.[1] В *Cornacuspongidae* SiO_2, являющейся главным составным элементом их золы, находится в разных видах от долей процента до 95% золы этих губок. Связано ли содержание SiO_2 (или Si) в губках с характером их организации? Minchin показал, что в ряде губок *Reniera* → *Pachychalina* → *Chalina* → *Euspongia* происходит изменение скелета путем редукции кремниевых спикул. У *Euspongia* они исчезают. Если мы расположим имеющиеся в нашем распоряжении анализы для этих губок в том же порядке, то получим химическое выражение эволюции этого ряда губок (табл. 79).

Таблица 79

Содержание SiO_2 (в %% сухого вещества) в генетическом ряду губок

Название вида	SiO_2	Авторы
Euspongia officinalis	1.31	Clarke a. Wheeler
(*Spinosella sororia*)	3.08	"
Chalina arbuscula	31.93	"
Pachychalina		-
Reniera flava	37.32	Del Torre e. Bombolletti

Из этого примера следует ожидать, что и в других подобных случаях количество Si в *Cornacuspongidae* и других губках должно явиться характерным для вида. По содержанию Si в *Cornacuspongidae* выделяются виды бедные Si — собственно роговые губки — *Euspongiae*, *Hippospongiae* и, с другой стороны, богатые Si, как напр. *Reniera* и другие *Monoxonidae*.

О содержании других химических элементов в роговых губках систематических данных нет. В одном анализе губки (из *Euspongidae*) из Bureau of Soils Depart. of Agr. U. S. A. — Moore было найдено P_2O_5 — 1.17%, K_2O — 1.64 (и SiO_2 — 1.41) % в сух.-воз. веществе.

Отсутствуют точные количественные данные для щелочей (и для щелочно-земельных элементов) в *Cornacuspongidae*. Указанные выше более ранние анализы не идут в счет, поскольку в них не были исключены из анализа морские соли и различные посторонние включения. О более редко встречаемых химических элементах в *Poriferae* см. дальше, стр. 248.

[1] Что связано, вероятно, с загрязнением, особенно в прибрежной зоне. См. водоросли.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

4. Tetraxonidae и Hexactinellidae

Типичные кремниевые организмы. Их скелеты—спикулы из $SiO_2 \cdot nH_2O$ прекрасно сохраняются в осадочных породах. Первые имеют до 65% SiO_2 в сухом остатке, или до 95% в золе.

Вторые, *Hexactinellidae*, в сухом остатке до 88% и 98% в золе. На долю других химических элементов остается всего 1—2%. Bütschli, исследовавший спикулы *Geodia placcenta* (из *Tetraxonidae*), нашел помимо SiO_2 присутствие других химических элементов; то же отмечают в спикулах Schulze, Ebner, а позже и другие. Горшкова и Терентьева произвели анализы хорошо отмытых спикул *Geodia baretti* из Кольского залива: у них отсутствовали щелочно-земельные металлы, но были найдены щелочи. Наконец, у Clarke и Wheeler имеются анализы сухого остатка *Geodia mesotriaena* (табл. 80). Все анализы могут быть между собою сравнены. Во всех их присутствуют щелочи — хлориды и сульфаты. Самойлов обращал внимание на присутствие щелочей в спикулах губок как на причину, обусловливающую нахождение щелочных металлов в кремневых отложениях (опоках, опале и т. п.).[1]

Таблица 80

Химический состав *Tetraxonidae* (в %% зольного остатка)

Название вида	SiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3 Al_2O_3	Na_2O	K_2O	SO_3	Cl	Зола	Место сбора	Автор
Suberites domunculus	87.32			0.23				2.72	3.56	16.25		Cotte, 1901
Suberites massa	15.31	6.53	7.21	4.28	6.76	16.7	3.38	8.56	21.40	26.3	Адриатическое море	Del Torre, 1878
Suberites suberea J.	96.25	0.43	0.72	0.64	1.61			0.51			Alaska	Clarke a. Wheeler, 1922
Geodia gigas	70.35	3.37	1.75	1.35	4.45	7.95	0.81	4.64	6.87	71.15	Адриатическое море	Del Torre, 1878
Geodia mesotriaena v. *pachana* L.	98.08	0.44	0.57	сл.	0.32			0.32			Южная Калифорния	Clarke a. Wheeler, 1922
Geodia baretti[2]	94.55	нет	сл.		0.19	0.3	0.25				Кольский залив	Горшкова Т., 1925
Geodia baretti[2]	94.90	„	„		0.22*	0.62	0.59				Кольский залив	Терентьева К., 1925
Geodia placenta[2]	92.42	сл.	0.16		сл.*	0.84	0.63				Средиземное море	Jannasch (Bütschli), 1901
Tethya gravata Hyatt	91.74	1.19	0.82	0.64	4.97			0.54			Buzzards Bay, Mass	Clarke a. Wheeler, 1922

[1] NaCl до 5—6% и выше содержится в диатомовом илу. Na — (и K) много в ископаемых раковинах брахиопод (см. 2-ю часть) и т. п.

[2] Анализы спикул, предварительно обработанных, имели потерю при прокаливании 4.52%, 3.91%, 5.97%.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Подобный же анализ спикул *Hexactinellidae*, а именно *Monoraphis chuni*, произвел Stock (табл. 81). Он также не нашел Ca и Mg, но отметил присутствие K и Na. *Hexactinellidae*, в общем наиболее богатые Si, — губки. Их скелеты почти нацело состоят из $SiO_2 \cdot H_2O$ и почти вовсе не содержат других элементов — щелочно-земельных металлов и т. п. На тех глубинах, где они встречают, только SiO_2-скелеты противостоят растворяющему действию морской воды. И, как известно, спикулы кремниевых губок отлично сохраняются в отложениях.

Таблица 81

Химический состав *Hexactinellidae* (в $^0/_0{}^0/_0$ зольного остатка)

Название вида	SiO_2	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3 Al_2O_3	Na_2O	K_2O	SO_3	Cl	Зола	Место сбора	Автор
Pheronema Grayi Kent	90.70	4.53	сл.	сл.	4.24			0.03			Ирландия	Clarke a. Wheeler, 1922
Bathydorus uncifer F. E. Sch. . . .	94.64	3.45	0.60	0.00	1.30			сл.			Галапагосские о-ва	Clarke a. Wheeler, 1922
Euplectella speciosa Q. a. G.	99.18	0.25	0.00	0.00	0.36			0.00			Филиппинские о-ва	Clarke a. Wheeler, 1922
Monoraphis chuni[1] (2)	86.1				сл.	3.8 (сумма)			сл.			Stock, 1904

Отсутствуют анализы массивных *Lithistidae*. Сравнивая *Tetraxonidae* и *Hexactinellidae* по их химическому составу, видим, что maximium содержания Si у *Hexactinellidae*, одновременно с тем у них резко уменьшено содержание щелочно-земельных металлов и др.

Другие кремниевые губки. Оригинальную губку, найденную вблизи Porto-Santo, описал в 1910 г. Kirkpatrick под названием *Merlia Normanii*. Губка имела в одном слое своего тела кремниевый скелет, а в другом известковый, по определениям, сделанным Prior, состоящий из кристаллов кальцита. Губка, по мнению автора, в систематическом отношении принадлежит к *Monoxonidae*. Другой находкой, интересной для нас, является австралийская губка, описанная Dendy (1926) под названием *Collosclerophora arenacea*. Спикулы ее представлялись мешочками, наполненными желеобразным веществом, по мнению автора, состоящим из геля SiO_2. Он полагает, что существует целый род подобных губок *Collosclerophorae*. Отсутствие анализов повело к возражениям, и некоторые авторы высказывали даже мысль, что в жидкой фазе спикул могли заклю-

[1] Анализ спикул. Содержание H_2O — 10.1 %.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

чаться и другие вещества, а не гель $SiO_2 \cdot nH_2O$, например, по мнению Bidder, ураты и т. п. Вопрос таким образом остался открытым, действительно ли эти губки содержат гель кремнекислоты.

5. О состоянии SiO_2 в губках и о кремниевом обмене в море

Спикулы кремниевых губок, кроме $SiO_2 \cdot nH_2O$, имеют тонкий наружный слой из органического вещества и таковой же в осевом цилиндре. Все исследователи кремниевых губок согласны с тем, что спикулы содержат гидрат SiO_2 в аморфном состоянии. Thoulet, а затем и др. по уд. в. кремниевого вещества спикул (2.04) считали его опалом — $SiO_2 \cdot nH_2O$. Для опала спикул были сделаны определения содержания в нем воды. Содержание воды колебалось от 5 до 13% (табл. 82).

Таблица 82

Среднее содержание H_2O (или потери при прокаливании спикул) в кремниевых спикулах губок

Название вида	H_2O %	Формула	Авторы анализа
Monoxonidae			
Suberites suberea	7.34	$4(SiO_2)H_2O$	Sollas
Tetraxonidae			
Pachymatisma Johnstoni Bwb.	7.16	$4(SiO_2)H_2O$	"
Anthastra communis Soll.	6.61	$4(SiO_2)H_2O$	"
Thionella swinhoei Gray	6.53	$4(SiO_2)H_2O$	"
Vetulina stalactites O. Schm.	6.27	$4(SiO_2)H_2O$	"
Corallites masoni Bwb.	6.23	$4(SiO_2)H_2O$	"
Siphonidium ramosum O. Schm.	6.10	$4(SiO_2)H_2O$	"
Geodia placenta O. Schm.			Bütschli
"	5.97	$4(SiO_2)H_2O$	Jannasch
Hexactinellidae			
Poliopogon amadau W. Th.	7.16	$4(SiO_2)H_2O$	Ma ly, Schulze
Monoraphis chuni F. Sch.	10.8	$3(SiO_2)H_2O$	Stock
Hexactinellidae (?) (игольчатых)	13.18	$2(SiO_2)H_2O$	Thoulet
" (звездчатых)	12.86	$2(SiO_2)H_2O$	"

Пересчеты содержания воды относительно кремния показывают, что если эти определения верны, то у разных губок SiO_2 в спикулах имеет разную степень гидратации. Напомним о природном опале. Опалы аморфны и содержат варирующие количества воды от 0.0 до 34%, причем при содержании около 7%, что отвечает формуле $4(SiO_2) \cdot H_2O$, они становятся достаточно твердыми телами. В некоторых природных разностях опала имеется более или менее постоянное количество воды.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Существование двупреломляемости и характерных кристаллических скелетов роста, отвечающих спикулам, наблюдаемых у *Hexactinellidae*, по В. Н. Вернадскому, является указанием на переход SiO_2 к кристаллическому состоянию — кварцу.

Он рассматривает опалы как аггрегаты мельчайших частиц гидрата $Si_nO_{2n-1}(OH_2)pH_2O$. Рентгеноскопически природный опал показывает аморфное строение.

Найденные Penard и др. SiO_2 в так наз. кремневых *Foraminiferae*, вероятно, также являются опалом. Характер состояния SiO_2 в *Silicoflagellata, Radiolaria, Heliozoa*, а также и в некоторых других *Protozoa*[1] неизвестен. Неясен вопрос о состоянии Si в панцырях диатомовых и в тканях растений, подобно *Gramineae, Cyperaceae* и *Equisetaceae*. Стяжения $SiO_2 \cdot nH_2O$ в узлах бамбука, сахарного тростника и т. д. являются опалами, так наз. табашир ($SiO_2 \cdot H_2O$). Что же касается SiO_2 в панцырях диатомовых, то минералогический характер до сих пор не определялся (кроме исследования уд. веса).

Обычно в кремневых губках SiO_2 спикулы имеют от 5 до 13% H_2O. Если наблюдения Dendy верны, то высший предел гидратации SiO_2 в спикулах будем иметь в видах *Collosclerophorae*. С другой стороны, минимум содержания SiO_2 в спикулах *Tetraxonidae*.[2] Не следует ли ожидать в этом направлении градаций, имеющих систематическую ценность. Имеются все основания это допустить. Примером, подкрепляющим это допущение, может служить интересное наблюдение Vosmaer и Wijsman, нашедших в спикулах *Tethya* (*Donatia Lyncurium*) неодинаковые свойства опала периферических частей спикул этой губки, сравнительно с частями внутреннего осевого цилиндра. SiO_2 из последних лучше растворялся в HF, чем периферическое вещество спикул. Несомненно отношение к HF зависит от разных аггрегатных состояний SiO_2 (количество гидратной H_2O).

Нечто аналогичное наблюдал для спикул губок и Bütschli, а Schröder для кремниевых скелетов *Radiolariae*. Возвращаясь к различному состоянию (степени гидратации) SiO_2 в спикулах различных видов, в общем, можно склониться, на основании имеющихся данных, к тому, что у *Tetraxonidae* спикулы менее богаты H_2O, чем *Hexactinellidae*. У первых, в среднем, ее содержание близко к формуле $5(SiO_2)H_2O$, у вторых ближе к $4(SiO_2)H_2O$ и даже еще с большим количеством H_2O.

В основе образования кремниевых спикул лежит процесс обезвоживания кремниевых гелей. Известную часть кремния губки вероятно получают от диатомовых, так как известны наблюдения, что oscula современных губок часто наполнены диатомовыми. Те же наблюдения известны и для

[1] Также в „спикулах" *Mollusca* из *Oncidiadeae*; в *Bacillus siliceus* и других редких случаях нахождения SiO_2 в организмах, помимо названных.

[2] И там, где будет доказан кварц.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

палеонтологических находок. Замечательно, что организмы в отношении $SiO_2 \cdot nH_2O$ проделывают одностороннюю работу, а именно везде, где жизнь сталкивается с $SiO \cdot nH_2O$ (или гидратами алюмосиликатов), наблюдается процесс дегидратации гелей кремнекислоты, в результате которого образуются отложения SiO_2 с малым количеством H_2O; организмы осваивают его в виде скелетов и других опорных тканей. Процесс этот общий и охватывает всю живую природу.

Напомним, какие организмы в настоящее время являются концентраторами Si. Это, главным образом, организмы, стоящие на низших ступенях организации растительного и животного царства,[1] представители древних классов организмов.

Кремневые организмы

Растения	Животные
Bacteriae	*Protozoa*
Algae	*Heliozoa*
Diatomeae	*Silicoflagellata*
Pteridophyta	*Infusoriae*
Equisetaceae	*Radiolariae*
Angiospermae	*Foraminiferae*
(*Monocotyled.*)	*Poriferae*
Gramineae	*Silicospongiae*
Cyperaceae	

Все другие случаи нахождения больших количеств Si в тканях являются сомнительными (например, у *Alcyonariae*, *Corallinaceae*). В результате воздействия коллоидальных растворов, содержащих $SiO_2 \cdot nH_2O$, во всех этих организмах создалась физиологическая система обмена Si, в конечной цепи которого высоко дегидратированный SiO_2 освобождается в виде опаловых и других тел в скелетах и т. п. тканях организмов. В наше время аналогичный геохимический процесс в широком масштабе протекает и на суше, особенно в тропических областях, где высокая температура, влажность обусловливают быстрый переход SiO_2 из массивных пород в почвы в виде гелей SiO_2, откуда он поступает в избытке в растения (*Bambusa*, *Saccharum off.* и другие многочисленные злаки), в которых и происходит отложение $SiO_2 . nH_2O$. В золе *Equisetum* особенно много находим SiO_2.[2]

Напомним еще о своеобразном процессе извлечения кремнезема диатомовыми из глинистых частиц и т. п. Мы имели случай говорить об этом процессе в море. В результате работы диатомовых природе ежеминутно возвращается взамен разрушенной горной породы новая, в виде опаловых тел, трепела и т. д. Разрушение каолиновых частиц глин связано с выделением тепла.

[1] Labbé описал недавно кремневые спикулы у моллюска из *Oncidiadeae*. Michio Kono находил в панцыре насекомых *Pulvinaria horii*, *Cerococcus muratae* до 88% SiO_2 в золе.

[2] См. анализы.

[3] См. В. И. Вернадский. Очерки геохимии, 1934.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Расщепление каолиновых частиц происходит и на суше, например, в почвах, где эта работа вероятно совершается при участии бактерий и может быть других *Protozoa* и растений.

Участие бактерий в концентрации SiO_2 еще только начало выясняться, и совсем недавно было показано вновь существование кремневых бактерий — *Bacillus siliceus* n. sp. (Brussoff). Наконец, процессы образования латеритов идут в огромном масштабе под тропиками и возможно в известной степени находятся в связи с жизнедеятельностью организмов.[1]

В обмене кремния, в кремниевой геохимической функции принимают участие организмы, принадлежащие к древним типам организмов. У растений кремниевая функция (характеризующаяся в частности концентрацией организмами кремния, участием в породообразовании) сохранилась вплоть до примитивных однодольных — злаки, осоковые и меньше у других.

У животных кремниевая геохимическая функция не поднялась выше *Coelenterata* (кремниевые губки). В других типах животных организмов мы не встречаемся с кремниевыми видами. Для них сохранилось лишь физиологическое значение кремния, который находится здесь обычно в малых количествах. Иными словами, мы встречаемся с ограниченным обменом кремния в тканях организмов.

Высказывалось мнение (Самойлов, Cayeux и др.), что кремниевые организмы или, как мы теперь говорим, кремниевая функция живого вещества — наиболее древняя. Кремниевая функция принадлежит действительно организмам наиболее древних типов, но это не значит, что кремниевая функция древнее, чем кальциевая, фосфатная и другие геохимические функции живого вещества. Можно сказать только, что кремниевая функция не получила дальнейшего развития с образованием новых форм при эволюции организмов. Наоборот, напр., кальциевая и фосфатная геохимические функции не потеряли своего значения. Эволюция форм кремниевых организмов остановилась на типах губок, а у растений на злаках и т. п. Однако это не исключает в дальнейшем ходе развития организмов появления новых кремниевых форм.

Древность кремниевого цикла в живом веществе не может быть обоснована и ссылками на нахождение в наиболее древних породах кремниевых спикул губок, скелетов *Radiolariae* и т. п. Здесь весь вопрос в лучшей сохранности кремниевых скелетов, нежели известковых или фосфатных и других. Древние организмы встретились не с одними кремневыми соединениями, а с теми же породами, сложного состава, с которыми встречаемся сейчас и мы.

Поэтому, вероятно одновременно существовали разнообразные геохимические функции живого вещества. И, действительно, среди современных представителей древних типов организмов мы находим концентраторов для всех обычных химических элементов. Нам известны не только

[1] См. В. И. Вернадского, 1934.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

кремниевые, но и кальциевые, железные, марганцевые, серные, фосфатные и другие. Эти геохимические функции также получают различное развитие в ходе эволюции организмов.[1]

6. Calcareae

О составе известковых губок мы судим лишь на основании 3 более или менее подробных анализов. Все другие пробы являются качественными, но и их немного. С тех пор как Grant установил присутствие $CaCO_3$ в спикулах губок, они были выделены в отдельную группу (*Calcarea*). $CaCO_3$ в спикулах находится в кристаллическом состоянии (Haeckel, 1872). Ebner, Sollas, Rauff считали, что кристаллы $CaCO_3$, являются кальцитом. То же нашли Kelly в разных *Calcareae*, Bütschli — *Leucandra aspera*, наконец, в последнее время, Meigen — в *Petrostroma* sp., Schmidt в *Leucandrae, Leuconia* и др. находили всегда кальцит. Minchin приводит наблюдения над развитием спикул у разных видов *Clathrina*. В эмбриональных спикулах их $CaCO_3$ находился в аморфном состоянии. Это явление, вероятно, имеет более общий характер для всех *Calcareae*.[2]

Таблица 83

Химический состав *Calcareae* (в %% зольного остатка)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	$Ca_3P_2O_8$	$Fe_2O_3\ Al_2O_3$	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Автор
Leucandra aspersa O. Schm. . .	86.76	6.84		0.26		1.97	Средиземное море	Bütschli, 1910
Grantia ciliatus Fabr.	84.92	4.61	(?)	10.47		0.00	Wood Hole, Mass.	Clarke a. Wheeler, 1922
Leucilla carteri var. *homoraphis* (Polejaeff)	84.96	14.10	?	0.94		0.00	Porto-Rico	Clarke a. Wheeler, 1922

Calcareae по содержанию карбонатов Ca и Mg являются магнезиально-известковыми организмами (табл. 85). Об отношениях Ca : Mg в разных видах *Calcareae* говорить пока не приходится. Намечается большой размах в содержании губками $MgCO_3$ (от 4.0 до 14.0% $MgCO_3$!). Чрезвычайно важное указание сделали Fox и Ramage относительно *Clathrina*. Они обнаружили при спектроскопии золы этой губки сильную линию Sr, который очевидно здесь находится в виде $SrCO_3$. На то, что мы мало знаем о составе *Calcareae*, указывают и другие разрозненные пока наблюдения. Здесь при дальнейших систематических наблюдениях встретимся с рядом

[1] См. стр. 1 настоящих „Трудов".

[2] Maas наблюдала развитие *Calcarea—Sycaudra setosa* в среде без $CaCO_3$: спикулы состояли из органического вещества и деформировались.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

неожиданностей. Так Lister нашел в абберантной форме *Astrosclera welleyana* скелет, состоящий из кристаллов арагонита, а не из кальцита, как это обычно для *Calcareae*. Присутствие арагонита в спикулах этой губки было проверено Hudchinson и Schmidt. Нужно полагать, что химический состав этих губок будет различен (меньше $MgCO_3$!) от других кальцитовых *Calcareae*. Мы думаем, что, во-первых, среди ныне существующих *Calcareae* еще могут встретиться и другие губки с арагонитом, во-вторых, есть все основания предполагать о существовании и в прошлом, напр., среди *Pharetrones*, видов губок с арагонитовым скелетом. Павлова описывает *Pharetrones*, Ziit — ископаемую (распр. с девона до третичн. периода), но с сохранившимися до сих пор арагонитовыми иглами (?!).[1]

Ничего неизвестно, наконец, о составе бесскелетных губок, так наз. *Myxospongiae*.

О содержании других обычных элементов — Na, K, Si и т. д. говорить преждевременно. Fox и Ramage нашли в *Clathrina* до 0.005% Li. Присутствие следов Sr, Ba, Li, P и др. в тканях магнезиально-известковых организмов имеет важное значение в процессе образования кристаллов $CaCO_3$, о чем мы еще скажем ниже. См. Ebner, Minchin.

7. Тяжелые металлы и металлоиды в губках [Fe, Mn, Cu, Zn, (Al), J, Br, As, Ge, B]

Все определения металлов в губках носят случайный и чаще качественный характер. Присутствие „загрязнений" в губках еще более усложняет возможность составить, более или менее, верное представление о действительном распределении этих металлов по отдельным группам и видам.

Железо (Fe). Качественно в губках его определял Schneider во многих видах: *Thenea macricata*, *Ephydatia fluviatilis*, *Sycon raphanus* и др., причем Fe локализировалось как правило в интерцеллюлярном веществе. У *Theneae* Fe находилось в спикулах. McMunn выделил пигмент из губок,[2] содержащий Fe (так наз. гематин, гистогематин McMunn).

Подобные же пигменты выделялись другими. Отдельные определения железа имеются у Haen, Harnack и др. Количественные определения Fe[3] частью приведены в табл. 78, 80, 81, Cotte определил Fe в *Tethya lyncurium* и др.; Legerlotz в пресноводной губке — *Spongilla locustris*; Fox

[1] Осторожность требует заметить, что: 1) как *Merlia normanii* Kirkp., так и *Astrosclera Willeyana* — обе содержавшие спикулы из арагонита, относимые к *Pharetrones*, в настоящее время относят к другим сем., и даже возбуждается сомнение о принадлежности их к губкам (см. Welther о *Merlia normanii* и др.); 2) сем. *Pharetrones* — сборное и вызывает споры. Но все это увеличивает интерес к точному и полному изучению их химического состава.

[2] У видов *Halichondriae* — *H. panicea*, *H. alb.*, *H. incrustans; Hymeniacidon albescens*, *Dercitus Buklandi*, *Reniera rosea*, *Suberites Wilsoni*.

[3] Fe определено везде вместе с Al ($Fe_2O_3 + Al_2O_3$). Смотри анализы авторов, указанных на стр. 236.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

и Ramage указывают в *Clathrina*, Phillips в неизвестной „*sponge*“ нашел 0.0075% железа на сухое вещество. Нахождение железа в *Poriferae* было известно еще Geoffroy (1706). Все указывает на значительную роль железа в *Poriferae*, особенно в связи с нахождением железа в пигментах губок (см. 2-ю часть). Но нет систематических количественных определений Fe в губках.

Марганец (Mn). Качественно указан многими, например Clarke и Wheeler и др. в губках, которые они анализировали (см. выше); Harnack в *Euspongiae*. Fox и Ramage в *Clathrina* и др. Cotte специально определял Mn в губках. Качественно он обнаружил его в *Spongelia pollescens, Elast. massa, Tethya lyncurium*. В *Reniera simulans* содержалось 0.0097% Mn в 100 г сухого вещества, а в *Suberites domunculus* 0.0032% Mn, тогда как в геммулах той же губки находилось до 0.02% Mn на сухое вещество, т. е. в несколько раз больше, чем в других тканях губки.

Cotte связывает нахождение марганца в губках (геммулах) с его каталитическими свойствами (участие в окислительных процессах). Phillips в неизвестной губке нашел 0.0113% Mn, значительно больше, чем в других анализированных им морских организмах.

Медь (Cu). Определения Cu в губках были произведены еще в прошлом веке и должны быть проверены. Все они относятся к видам из *Euspongiae*[1] (Rogazzini нашел 1.05% Cu в золе (!); Herberger следы; Ulex 0.01% Cu в 1 г золы (!), Lehmann — 0.00088% Cu в сухом веществе). Новые анализы нам почти неизвестны. Fox и Ramage в *Clathrina* спектрально нашли Cu; Phillips — 0.00065% Cu в „spouge“ (?).

Цинк (Zn). Единственное определение для цинка было сделано Phillips. Он нашел в „loggerhead sponge“ с острова Тортугаса — 0.0047% цинка на сухое вещество.

Другие металлы. Из других металлов постоянно встречаются алюминий (см. Struve — в *Spongilla loc.* 1.77 Al_2O_3 в золе: у многих других качественно).

Металлоиды в губках. ИОД (J) в губках — впервые был обнаружен Fyfe (1819) в препарате *Spongia usta marina*, а затем Hermbstaedt, Sarphati, Vogel, Happ, Sommer, Straub, Peyer, Pasquier Goebel и др.

Первые количественные определения J в губках принадлежат Stratingh. Он нашел (в *Euspongia* и *Hippospongia*) в 5 нидерл. фунт. губок 2 ун. и 3 грана J.[2] Содержание иода в них оказалось значительным, на что было обращено вскоре внимание всеми исследователями. Все последующие определения относятся главным образом к *Cornacuspongidae* (см. табл. 84). Peyer нашел J в пресноводных губках.[3] Hundeshagen в 1895 г. устанавливает, что в ряде тропических губок из *Cornacuspongidae* содержание J

[1] В так называемой губке купальной, греческой и т. п. Данные для Cu в губках — сомнительны — например Ulex, на что обратил внимание Lossen и др.

[2] Davy (1814) отрицал; Sarphati указал иод в *Spongia oculata*.

[3] *Spongilla locusta, Ephydatia fluviatilis*.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

исключительно высоко, превышая содержание его даже в водорослях. Ряд других авторов находили следующие количества J в различных губках (табл. 84):

Таблица 84

Содержание J в губках (в %% сухого веса)

Название вида	J в %	Место сбора	Авторы, год
Euspongia (?) sp.	(ок. 1.0)[1]		Herberger, 1835
»	1.8[1]		Preuss, 1837
»	0.22		Heyl, 1847
Hippospongia (?) sp.	ок. 0.1[1]		Herberger, 1836
Euspongia (?) sp.	0.85[1]		»
Suberites domunculus	0.001		Cotte, 1901
Myxiela parasitica	0.01	Канада, тихоокеанское побережье	Cameron, 1914—15
Esperela adhaerens	0.015	То же	»
Reniera rufescens	0.012	»	»
Esperiopsis quatsinoensis	0.027	»	»
Aprocallistes Whiteavesianus	0.019	»	»
Rabdocalyptus Dowlengii	0.014	»	»
Bathydorus Dawsonii	0.009	»	»
Raspailia abyssorum	0.153	Brattholmen (вбл. Bergen)	Closs, 1931
Geodia Mulleri	0.0038	Brattholmen (вбл. Bergen)	»
» sp.	0.0037	Brattholmen (вбл. Bergen)	»
Phakellia ventilabrum	0.0135	Brattholmen (вбл. Bergen)	»
Tragosia infudibiliformis	0.007	Brattholmen (вбл. Bergen)	»
Euspongia sp. (?)	0.295		Bleyer, 1926
»	0.387		Fellenberg, 1923
Microciona prolifera	0.3	Long Island Sund	Bergmann a. Johnson, 1933

Hundeshagen определял J в иодорганических соединениях (находящихся в скелетном веществе губок),[2] так наз. иодоспонгине, и нашел:

Luffaria cauliformis . . . . . 8—10% J.
Aplysina compressa . . . . . 9—10
Verongia plicifera . . . . . . 10 и больше

и в других тропических губках с африканских, австралийских берегов он указывает J. Меньше им найдено J в тропических *Euspongiae* (*E. usitatiss.*), *Euchalina*, *Chalinopsis*, а также в *Aplysina aerophoba* из Средиземного

[1] Содержание J в угле губок.

[2] Sommer u. Hornemann и др. указывали ранее на то, что J связан в губках с органическим веществом.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

и Адриатического морей. Вероятно, количество иода, находящееся в губке, связано с количеством спонгина в губке. Поэтому собственно кремниевые губки бедны J (напр., в анализах Cameron). Бедны J и все *Calcareae*.

Исключительно богатые J губки принадлежат к семействам *Aplysinidae, Euspongiae, Hippospongiae* и др. из *Cornacuspongidae*. Характер распределения иода в видах *Poriferae* напоминает распределение J в водорослях и *Alcyonariae*.

Во всех трех классах организмов мы встречаемся с обогащением J разных родов и видов в различной степени. Во всех трех классах известны исключительные йодные организмы, концентрирующие до целых процентов J. Своеобразная неравномерность распределения в пределах типов, классов, на что мы уже указывали, является характерным по отношению названных организмов.

В пресноводных губках содержание иода значительно меньше. Качественно J был указан в них Peyer и Arndt.

Таблица 85

Содержание J в спонгине разных губок (органического скелета)

Название вида	J в %	Авторы
Euspongia sp.	1.8	Proust, 1837
»	1.9	Croockewit, 1843
»	1.6	Harnack, 1896
»	0.767	Sugimoto, 1928
Hippospongia equina	1.46	Clancey, 1926

Очень часто определяли содержание иода в отмытом различным образом скелетном веществе (спонгине).[1] Иод в губках находится в виде: J-органического комплекса, выделенного Hundeshagen, Harnack и др. Wheeller и Mendel, а затем Scott показали, что J-органическое вещество губок содержит следующее количество иода (3—5—dijodtyrosin).

Таблица 86

Содержание J в Jodospongin'е разных губок[2]

Название губок	J в %	Автор
Euspongia off.		Wheeler и Mendel
»		Scott
»	4.86	Rosenfeld
»	1.5	Harnack

[1] Так наз. сырой спонгин — составляющий органический скелет губок.
[2] См. Hundeshagen, выше.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Oswald нашел, что в таком соединении находится лишь 15.7% всего иода губок. Остальной J, более лабильный, находится вероятно в каком-то другом соединении, ближе не изученном. Rosenfeld нашел всего 4.86% J в иодоспонгине из тех же губок.

Бром (Br). Качественные указания на Br в губках (*Euspongia* и др.) имеются у Hermbstaedt, Pasquier, Jonas, Nadler; Hundeshagen в иодоспонгине находил 1—2% Br (тропические губки, вероятно — *Aplysina compressa, Luffaria cauliformis, Verongia plicifera*).

Количественные определения Br относятся к половине прошлого века:

Euspongia sp.	(ок. < 0.5)	Br (уголь губки)	Herberger,[1]	1835
» »	0.36	»	»	1836
Hippospongia sp.? . . .	0.42	»	»	»
Euspongia sp.	0.60	»	Preuss,	1837
» »		»	Rogazzini,	1835
Suberites domunculus . .	0.044	(сух. вещ.)	Cotte,	1801
Phakellia sp.	0.008	»	Симорин,	1934
Reniera sp.	0.007	»	»	»

Существуют ли губки, концентрирующие Br? Br находится в них в виде Br-органического соединения, на что впервые указал Preuss.

Мышьяк (As). Данные немногочисленны. Неожиданно оказывается, что пресноводные формы богаче морских, что требует однако проверки. См. As в водорослях (табл. 87).

Таблица 87

Содержание As в губках (в %% сухого веса)

Название вида	As в %	Место сбора	Авторы
Desmacidon fruticosum (Montagu) . .	0.000015		Bertrand, 1903
Euspongia sp.	0.00055		Fellenberg, 1923
Spongilla locusta	0.00091—0.0024	(Пресноводн.)	v. Bulow
Ephydatia flaviatilis	0.00081—0.0012	»	»

Bulow указывает на содержание As в пресноводных губках.

Другие химические элементы в *Poriferae*.

Содержание бора (B). Goldschmidt и Peters в спонгиновом скелете (в золе) неизвестной губки (*Euspongiae*?) нашли 0.5% B_2O_3, а в другой — *Aphrocoleistus Bocagei* — 0.1 B_2O_3.

[1] Определены были вместе KJ + KBr. Данные имеют лишь историческое значение, относятся к сожженной губке (углю).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

VIII. COELENTERATA

1. Общие замечания

На смену древним палеозойским формам *Coelenterata*, многочисленным *Stromatoporidae, Graptolitidae, Archaeocyathinae, Tabulata* и *Tetracorallia* в мезозое появились сохранившиеся и поныне представители современных *Coelenterata, Hydrocorallinae, Octocorallia, Hexacorallia* и др. Подобно тому, как древние вымершие формы *Stromatoporidae, Tabulata* и др., имея минеральный скелет, участвовали в образовании обширных отложений известняков и т. п. пород, дошедших до нас в виде мраморов, рифового известняка и т. д., так и современные их потомки — известковые *Hydrocorallina* и *Hexacorallia*, магнезиально-кальциевые *Octocorallia* возводят и ныне в теплых водах рифовые постройки. *Hexacorallia* распространены в прибрежных областях, на небольших глубинах в теплой воде, напротив *Octocorallia* и, в частности, *Alcyonaria*—формы, преимущественно глубоководные.

Известковые породы, образованные различными кораллами, занимали минералогов с различных точек зрения, в особенности же в связи с вопросами происхождения доломитов, благодаря чему в науке собралось известное число анализов мадрепоровых и альционариевых кораллов. Анализы их очень однообразны. Нахождение $CaCO_3$ в скелетных частях кораллов было подтверждено в конце XVIII в. и было известно еще раньше.[1] Hatchett имел десятки видов, главным образом, *Alcyonaria* и др., и всегда находил в их скелетах $CaCO_3$. Подобные же качественные определения для кораллов известны у Fourcroy, Vauquelin, Morozzo, John и др. В течение прошлого века было исследовано до 200 видов различных *Coelenterata*. Данные многочисленны, но однообразны. Чтобы не повторяться, мы приводим их ниже в соответствующих местах.

В 1922 г. Clarke и Wheeller обогатили наши знания о *Coelenterata* 22 новыми анализами. Для удобства изложения мы примем такой порядок: вначале рассмотрим содержание воды, азота и т. п. во всех *Coelenterata* и химический состав в целом, как он известен для бесскелетных[2] форм *Coelenterata*, а именно *Actiniariae, Hydromedusae, Scyphomedusae* и т. д.; затем химический состав семейства *Hydrocorallina* и отдельно *Hexacorallia* и, наконец, состав *Octocoralliae*. Содержание тяжелых металлов и галоидов, As и других химических элементов рассмотрим сразу в отношении всех *Coelenterata* в отдельной главе.

2. Содержание воды, N, C в Coelenterata и химический состав их бесскелетных форм

О составе медуз и актиний сложилось представление, что в них заключено до 99% воды. Сейчас мы убедимся, что это не так. Во-первых,

[1] Hahow (1753) получил минеральный скелет, сжигая коралл.

[2] Не содержащих минерального скелета.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 88

Содержание H_2O в *Coelenterata* (в %% живого вещества)

Название вида	H_2O	Органич. вещ.	Зола	Место сбора	Авторы
Actiniariae					
Anemonia sulcata	87.2	9.53	3.27	Неаполитанский залив	Pütter, 1910
Actinia mesembryanth.	83.2	15.85	1.75		Krukenberg, 1880
Cerianthus membran.	87.71	11.58	1.71		„
Sagartia tryglodytes	76.84	20.88	2.28		„
Anthea cereus	87.56	10.68	1.59		„
Heliactis bellis (2)	89.99		2.71		Weigelt, 1891
Actinia equina	87.00			Кольский залив, Баренцево море	[1]
Среднее	85.64				
Medusae					
Aurelia aurita	97.92	2.1			Ladenburg
„ (2)	95.34	4.66			Krukenberg, 1880
„	98.22			Балтийское море	Meyer, 1914
„ (2)	97.22		2.22		Weigelt, 1891
„	98.36	1.7		Балтийское море	Vibrans, 1873
„					McCollum
Chrysaora hyoscella (2)	96.00				Krukenberg, 1880
„	96.30				Teissier,
Rhizostoma Cuvieri	95.39	1.6	3.0		Krukenberg, 1880
„ sp.	95.97		2.76	Тихоокеанское побережье	Пентегов 1928
Sertularia cupressina (2)	93.25		2.7		Weigelt, 1881
Cassiopea xamachana	95.45				Phillips, 1922
„ (6)	94.14				Hatai, 1917
Pilemo pulmo	99.28			Черное море	По данным Севастоп. биостанции
Среднее	96.35				
Alcyonium digitat.	82.2		8.47		Weigelt, 1891
*Tubularia larynx***	39.05		39.65		Weigelt, 1891

[1] Неопубликованные данные.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

содержание воды меньше, а во-вторых, оно различно для медуз и актиний. Для *Hydrocorallinae, Octocorallia* и *Hexacorallia*, имеющих минеральный скелет, определения воды еще более случайны и потому менее надежны (табл. 88).

Содержание воды в *Tubulariae* не дает представления о содержании воды в видах *Coelenterata*, имеющих минеральный скелет.[1] *Actiniae* содержат воды от 76 до 86%, тогда как медузы содержат ее до 99%, вообще максимальное количество воды, наблюдавшееся у *Invertebratae*. Möebius[2] нашел для *Aurelia aurita* от 97.94 до 97.90% воды. Vernon давал для медуз очень небольшие цифры (0.50%) для сухого остатка для *Rhizostoma pulmall*. Krukenberg высказал подозрение об ошибках при определении воды в медуазах. Эта задача весьма кропотливая и лишь многочисленные систематические определения дают некоторую уверенность в правильности полученных данных. Krukenberg, в среднем, получил 95.79% воды в медузах. К тому же порядку воды для взрослых форм медуз пришел и Teissier, наблюдавший изменения содержания H_2O с первых стадий развития медузы *Chrysoara* до взрослых форм.

Таблица 89

Содержание H_2O, орг. вещ., золы и P в *Medusae Chrysaora hyoscella* во время роста (в %% живого вещества)

Возраст (стадия)	H_2O	Орг. вещ.	Золы	P
< 1 деления	64.9	—	—	
1—2 дня (planula)	66.3	34.4	2.3	0.33
2 дня (planula)	67.5	—	—	
3—4 дня (planula)	71.0	25.8	3.2	0.27
Scyphistomae	94.5			
Взрослая	96.3			

Для взрослой *Chrysaora* им получено 96.3% H_2O. По мере роста происходит поглощение воды медузой, одновременно с этим увеличивается и содержание солей. Та же тенденция к увеличению содержания воды в более взрослых индивидуумах намечается и в данных Hatai для медузы *Cassiopeae* (табл. 90).

Исключительно высокое количество воды в медузе нашел Meyer — 98.22%.

Таким образом в среднем медузы имеют около 95—96% воды на живой вес, а актинии много меньше — 85%.[3]

[1] Из данных Phillips для 10 *Coelenterata Alcyonaria* могут быть получены числа для содержания H_2O.

[2] Анализ Ladenburg.

[3] Низкие числа для всего сухого остатка морских организмов < 1.0% и т. п. неверны, потому что морская вода сама содержит > 3% солей.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 90

Содержание H_2O, орг. вещ., золы и N в *Medusae Cassiopea xamachana* (в $^0/_0{}^0/_0$ живого вещества)

Название вида	H_2O	Орг. Вещ.	Золы	N
Cassiopea xamachana . . .	94.33	2.77	2.96	
	94.08	2.80	3.13	
	94.18	5.82		0.132
	94.07	2.93	3.00	
	93.86	6.14		0.200
	93.88	6.12		0.196

Органический (сухой) остаток у различных *Coelenterata* содержит значительную минеральную часть — золу, составляющую у *Madreporae* и *Hydrocorallina* до $55^0/_0$, а у *Alcyonaria* 35—$40^0/_0$, как это показывают данные Fremy, Weigelt, Clarke, а у бесскелетных форм, напр. *Vilella*, — до $46.8^0/_0$ сух. вещ. (Haurowitz). Определения N относятся почти исключительно к отдельным соединениям, выделенным из скелетного органического вещества[1] *Alcyonaria* и др., и реже встречаются определения его для целых организмов. Для C данных нет, кроме приведенных выше, Teissier и наших.

Таблица 91

Содержание N в *Coelenterata* (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества и живого)

Название вида	N		Авторы
	жив. вещ.	сух. вещ.	
Tubularia larynx	2.22	3.66	Weigelt, 1891
Sertularia cupressina (2)	0.73	7.41	»
Aurelia aurita (2)	0.06	2.1	»
»		3.97	Vibrans, 1873
Alcyonium digitat.	1.23	6.78	Weigelt, 1891
Pennatula sp.		5.76	Delff, 1912
Aurelia aurita			
Cassiopea xamachana		2.36	Mayer
»		3.0	Hatai, 1917
Heliactis bellis (2)		9.91	Weigelt, 1891
Antipathes abies (3)		13.71	Allen, 1930
Rhizostoma sp.	0.1	—	Пентегов с сотр., 1928
Actinia equina	1.39	10.450[2]	

[1] См. Krukenberg.

[2] Неопубликованные материалы.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Медузы, по сравнению с другими *Coelenterata*, содержат мало азота, причем в формах молодых несколько больше, чем во взрослых.[1] Углерода в *Actinia equina* — 5.83% живого веса, 43.6% в сухом. Теперь обратимся к более полному химическому элементарному составу, имея в виду содержание Ca, Mg, щелочей, P, S и некоторых других элементов в бесскелетных формах *Coelenterata*, — главным образом, в медузах и актиниях. Состав раствора солей в тканях медуз занимал исследователей задолго до того, как Krukenberg, McCollum поставили вопрос о влиянии раствора солей моря на состав жидкостей медуз. Langier, затем, Duvall нашли в жидкостях медуз те же самые соли, которые встречаются и в морской воде. Krukenberg произвел ряд определений содержания Cl в различных медузах и в той морской воде, в которой они обитали, причем в медузах всегда находилось несколько больше Cl, чем в морской воде, что наблюдалось впоследствии и другими.

McCollum поставил вопрос о содержании в тканях медуз и др. животных анионов и катионов (вопрос о равновесии ионов). Из его анализов выяснилась близость в составе тканевых жидкостей медуз и морской воды. McCollum, как известно, пытался восстановить историю развития[2] морских *Invertebrata*, исходя из изучения состава жидкостей *Invertebrata*.

Плотное вещество медуз имеет иной состав (в смысле минерального остатка), чем растворы тела. Имеется несколько анализов, относящихся к целым медузам.

Таблица 92

Содержание Cl в *Medusae* (в %% их жидкостей)

Название вида	Cl	Авторы
Aurelia aurita (4)[3]		Krukenberg, 1886
Rhizostoma Cuvieri (2)	1.8250	„
Chrysaora hyos.	2.059	„
Aequorea Forsk.	2.0164	„
Cassiopea polypoides (2)	2.2980	„
Aurelia flavid.[3]		McCollum, 1913
„ *aurita*	5.638[3]	Vibrans, 1873

Расхождение анализов в известной мере может быть объяснено различной степенью освобождения медуз, взятых для анализа, от морской

[1] Известны многочисленные определения N в органическом скелетном веществе *Alcyonaria* и др. — Drechsel, Wester, Krukenberg; Henze в *Velella spirans* — 8% N в сух. вещ.

[2] См. II часть. Он дает содержание щелочей, Fe, P, Br в тканевом соке *Aurelia* и *Cyanea*.

[3] В золе.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

воды. Особых предосторожностей при этом авторы не принимали. Поэтому на эти анализы надо смотреть как на предварительные. Так, напр. действительное отношение Na : K в медузах нельзя считать установленным (см. табл. 93). В золе — *Velella spirans* Haurowitz и Waelsch нашли Fe, Al, Ca, Mg, Na, K и галоиды. Для фосфора смотри наблюдения Teissier (см. табл. 89). Относительно велико содержание серы. Haurowitz и Waelsch, исследуя гонады *Rhizostoma Cuvieri*, в различных вытяжках из них, определили P, N (и также Na, K, Cu, Mg и Fe) и обратили внимание на очень высокое содержание S, повидимому находящейся в органических соединениях. Высокое содержание S является общим для многих морских организмов. Виды *Tubulariae*[1] имеют известковый скелет.

Таблица 93

Химический элементарный состав *Medusae* и *Actiniae* (в %% их золы)

Название вида	Число анализов	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	SO_4	Fe_2O_8	SiO_2	Cl	Зола	Место сбора	Автор
Tubularia larynx Hd.	1	1.42	сл.	5.95	—	—	—	—	—	—	65.36		Weigelt, 1891
Sertularia cupressina M.	2	3.23	2.21	10.85	—	—	—	—	—	—	41.07		"
Aurelia aurita M. .	2	0.52	сл.	2.11	—	—	—	—	—	—	80.47		"
" .	1	0.18	11.9	0.38	3.27	37.08	0.83	—	2.18	56.38	62.94	Балт. море	Vibrans, 1873

Для *Actiniae* химических данных еще меньше. Javillier и Cremieu нашли в *Sagartiae parasitica* 0.16% P на живое вещество. По нашим данным *Actinia equina* (Кольский залив) содержала 0.18% P на живое вещество (1.43% P на сухое вещество) и S — 0.25% на живое вещество (или 1.95% на сухое вещество). Needham определял различные соединения P в *Anthea rustica*, а Крепс, Борсук и Вержбинская тоже в мускулатуре *Cyanea arctica*, *Actinia equina* и *Metridium dianthus*. О содержании тяжелых металлов, галоидов и т. д. в *Actiniae* см. дальше.

3. Hydrocorallinae

Из современных *Hydrozoa* виды семейства *Hydrocorallinae* имеют твердый известковый скелет. Анализы относятся только к скелетным частям этих организмов. Hatchett среди других *Coelenteratae* имел и виды *Millepora*, в скелете которых был найден им $CaCO_3$. Sillimann дал серию количественных определений состава кораллов, в том числе и для видов *Hydrocorallinae*, показавших преобладающее содержание $CaCO_3$ в скелетах *Hydrocorallinae*. Все последующие исследования очень часто ограничивались определением Ca, Mg. Определения относятся к двум родам *Hydrocorallinae* — *Milleporae* и *Distichoporae*, см. табл. 94.

[1] Сем. *Tubulariae* — колониальные организмы.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4
Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Химический состав *Hydrocorallinae* (в % % зольного остатка) Таблица 94

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3, Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Millepora alcicornis Linné	98.22	0.95	следы	0.11	0.24	0.48	Tortugas	Clarke a. Wheeler, 1922
Millepora alcicornis Linné	99.63	0.22	„	0.07	0.02	0.06	Bermuda	Clarke a. Wheeler, 1922
Millepora alcicornis Linné	97.45	следы	(0.27)	следы			Атлантический океан, Гольфштрем	Sharples, 1871
Millepora alcicornis Linné	94.39	0.97					Bermuda	Högbom, 1894
Millepora braziliensis Verrill. . . .	96.77	1.28	следы	0.06	0.09	1.80	Бразилия	Clarke a. Wheeler, 1922
Millepora braziliensis Verrill. . . .	93.80	2.08		0.07	0.03	2.14		Lenox, 1901
Millepora cervicornis[1]	87.32	8.50	0.23	0.55	0.63	—	La—Manche (Франция)	Damour, 1851
Millepora tortuosa Dana	94.23		(1.20)	следы				Silliman,[2] 1848
Millepora sp. . .	95.86	0.41					Bermuda	Högbom, 1894
Distichopora nitida Verrill.	98.22	0.24	следы	0.21	0.11	1.22	Micronesia	Clarke a. Wheeler, 1922
Distichopora coccinea Gray	98.43	0.26	„	0.07	0.09	1.15	Sea Islands	Clarke a. Wheeler, 1922
Distichopora sulcata Pourtalès . .	98.56	0.26	„	0.05	0.07	1.06	Cuba	Clarke a. Wheeler, 1922

Все скелеты *Hydrocorallinae* почти нацело состоят (в неорганической части) из $CaCO_3$ с небольшой подмесью $MgCO_3$, фосфатов и сульфатов (?). Только в бразильском виде, по Lenox, содержание $MgCO_3$ достигает 2.14%, во всех остальных его меньше 1%. Анализ Damour, относящийся к ископаемой форме *Millepora*, содержал 8.51% $MgCO_3$.[3] Bütschli указал качественно на малое содержание Mg в скелете *Millepora alcycornis*. В соответствии

[1] Анализ фоссилизированного образца. Содержит щелочи и орг. вещ.

[2] В анализах Silliman имеется орг. вещ. $+ H_2O = 4.57$; под P_2O_5 указана сумма фосфатов.

[3] Что следует отнести к метаморфическим изменениям.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

с малым содержанием магния Sorby находил в скелетах *Hydrocorallinae* кристаллы арагонита. Не противоречат этому и наблюдения Kelly (она ошибочно считала в некоторых случаях арагонит „конхитом" (см. об этом во 2-й части). Meigen в *Milleporae*, *Distichoporae* и *Stylaster roseus* нашел арагонит. То же подтвердил и Shmidt. Содержание арагонита в этой группе *Coelenterata* не является изолированным. Близкие им вымершие *Stromatoporidae*, известные с девона, по мнению Nicholson, содержали в своем скелете не кальцит (ныне обнаруживаемый в ископаемых скелетах), а арагонит.[1] Очень вероятно содержание арагонита в современных и вымерших *Tubulariae*. Среди *Hydrozoa* в прошлом, как, вероятно, и среди *Calcareae* (*Poriferae*, стр. 248), было много видов, содержащих в скелетах арагонит.[2] Содержание в золе современных *Hydrocorallinae* других химических элементов, кроме Ca и Mg, систематически не изучалось.

4. Hexacoralliae

Как и в *Hydrozoa*, часть видов *Hexacoralliae*, собственно „кораллы", имеют известковый скелет, другие же, так называемые *Actiniariae*, о составе которых мы говорили выше, его не имеют. Исследование мадрепоровых кораллов ограничилось анализами скелетов, главным образом выяснившим содержание в них Ca и Mg (качественно см. у Hatchett и многих др.). Merat-Guillot и Silliman дали первые количественные анализы их скелетов. Более современные анализы принадлежат Clarke u. Wheeler (табл. 95), Klement, кроме того, нашел до 0.4% $MgCO_3$ в *Stylophora digitata* (Pall). Скелеты *Hexacorallia* также бедны Mg и в пределах тех данных, которыми мы располагаем, не отличаются в главном от состава скелетов *Hydrocorallinae*.[3] Они также имеют арагонитовый характер.

Среди *Coelenterata* у *Madreporariae* и в *Hydrozoa* мы впервые встречаемся с обширным процессом образования арагонита в тканях *invertebrata*.[4] Форма арагонита менее устойчива в неорганической природе, нежели более обычного кальцита. Причины, вызывающие устойчивость арагонита в скелетных частях *Coelenterata* и др., мы будем иметь случай подробно рассмотреть. Образование арагонита связано с составом ионов, темпера-

[1] Мы встречали указания о нахождении арагонита в скелетах ископаемых беспозвоночных, найденных не ниже меловых отложений. В. И. Вернадский сообщил нам, что минерал арагонит также встречался в мелу и выше.

[2] См. *Archaeocyathinae*, *Graptolitidae*. Последние были планктонными организмами, у них возможно был в скелетах арагонит.

[3] Pax наблюдал различную степень инкрустации (состоящей из песчинок, кусочков скелетов других *invertebrata*) у видов *Zoontharia*, не имеющих другого скелета. Виды *Palythoa liscia* Hadd. u. Schake, *P. sphaerimorpha* Pax, *P. seychellarum* Pax — богаты $CaCO_3$ (морфологически определено содержание карбоната кальция в инкрустации скелетов — более 50%). Виды *Palythoa braunsi* Pax — бедны $CaCO_3$. *Palythoa gregorii* Hodd и Duerd — $CaCO_3$ не содержат. Другие виды не инкрустируют.

[4] Мы уже встречались с арагонитом у *Chlorophyceae*.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 95

Химический состав *Hexacoralliae* (в %% зольного остатка)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3 Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Balanophyllia floridana Pourtalès	98.05	1.11	следы	0.74	0.10	(?)	Florida (южнее Key West)	Clarke a. Wheeler, 1922
Paracyathus defilipii Duch. a. Mich.	98.32	0.87	„	0.37	0.44	0.00	Florida (южнее Key West)	Clarke a. Wheeler, 1922
Dendrophyllia cornucopia Pourtalès	99.35	0.43	„	0.12	0.10	(?)	Florida (Key West)	Clarke a. Wheeler, 1922
Favia fragum Esper.	99.20	0.39	„	0.12	0.29	(?)	Florida, Tortugas	Clarke a. Wheeler, 1922
Eusmilia aspera Dana	99.50	0.46	„	0.04	0.00	(?)	Florida, Tortugas	Clarke a. Wheeler, 1922
Cladocora arbuscula Lesueur . .	99.50	0.11	„	0.08	0.31	(?)	Florida, Tortugas	Clarke a. Wheeler, 1922
Agaricia purpurea Lesueur	99.35	0.61	0.00	0.00	0.04	(?)	Florida, Tortugas	Clarke a. Wheeler, 1922
Orbicella annularis Ellis a. Soland .	99.38	0.59	0.00	0.03	0.00	(?)	Florida, Tortugas	Clarke a. Wheeler, 1922
Dasmosmilia lymani Pourtalès .	98.71	0.63	следы	0.28	0.21	0.17	40°06′50″ с. ш. 70°34′15″ з. д.	Clarke a. Wheeler, 1922
Flabellum alabastrum Moseley .	99.42	0.37	„	0.12	0.09	(?)	Около Багамских о-вов	Clarke a. Wheeler, 1922
Dendrophyllia profunda Pourtalès .	99.47	0.12	„	0.07	0.34	(?)	Около Багамских о-вов	Clarke a. Wheeler, 1922
Flabellum pavonium var. *paripavoninum* Alcock .	98.61	0.43	„	0.55	0.41	(?)	Гавайские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Flabellum sp. . . .	99.41	0.37	„	0.15	0.07	(?)	Китайское море	Clarke a. Wheeler, 1922
Madracis decactis Lyman	99.06	0.76	„	0.14	0.04	(?)	Бермудские острова	Clarke a. Wheeler, 1922

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3 Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Madracis kauaiensis Vaughan . .	99.50	0.33	следы	0.11	0.06	(?)	Гавайские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Deltocyathus italicus Michelotti . .	98.98	0.54	„	0.26	0.22	(?)	18°30′ с. ш. 63°31′ з. д.	Clarke a. Wheeler, 1922
Acropora cervicornis Lamarck . .	99.49	0.45	„	0.06	0.00	(?)	Багамские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Madrepora sp. (4) .								Silliman,* 1846
Maendra clivosa Ellis a. Sol. . .	99.21	0.73	0.00	0.04	0.02	(?)	Багамские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Maendra labyrinthiformis Linné .	99.39	0.57	следы	0.04	0.00		„	Clarke a. Wheeler, 1922
Maendra phrygia Ellis a. Sol. (*Laptoria* Edw. H.) .	93.56		(0.91)					Silliman,* 1846
Pocillopora caespitosa Dana . . .	94.55		(1.05)					„
Pocillopora elongata Dana	93.60		(1.90)					„
Poccillopora damicornis Dana . .	94.66		(0.55)					„
Pocillopora ligulata Dana	93.85		(0.55)					„
Pocillopora grandis Dana	95.0		(1.45)					„
Turbinaria brassica Dana	92.75		(1.50)					„
Corallium sp.? . .	97.57	0.59	(?)	0.59	1.25	(?)	Panama	Schaller, 1922
								Forchhammer, 1849
Coelaria daedalia .		0.32					Abyssinia	Nichols, 1906
Heliastraea aperta	96.52	0.88		0.07	0.05		Brasilia	Lenox, 1901
Mussa harttii . . .	96.66	0.54		0.2	0.12		„	„
Porites Verrillii . .	96.28	0.42		0.09	0.03	0.91	„	„
Symphyllia harttii .	93.44	0.52		0.22	0.05		„	„

* Анализы Silliman не могут быть пересчитаны и поэтому даются в первоначальной форме. Везде входят орг. вещества и H_2O. Под „P_2O_5“ показаны — фосфаты, SiO_2. Silliman указывает на F. Однако прямых определений не было сделано. Анализы устарели.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3, Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Porites clavaria Lamarck	99.49	0.37	следы	0.10	0.04	(?)	Багамские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Porites astreoides Lamarck	99.56	0.40	„	0.02	0.02	(?)	Багамские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Orbicella cavernosa Linné	99.13	0.77	0.00	0.00	0.10	(?)	Багамские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Mussa aff. *Mussa dipsacea* Dana	99.71	0.09	следы	0.05	0.15	(?)	Reef Golding Cay	Clarke a. Wheeler, 1922
Desmophyllum ingens Moseley	99.21	0.59	„	0.06	0.14	(?)	Берег Чили	Clarke a. Wheeler, 1922
Siderastrea radians Pallas	99.27	0.48	„	0.12	0.13	(?)	Флорида	Clarke a. Wheeler, 1922
Siderastrea sp.	99.35	0.42	(?)	следы	0.23	(?)	Bermuda	Eakins, 1922
Siderastrea radians							Гольфштрем	Sharples, 1871
Porites furcata Lamarck	99.95	0.82	следы	0.11	0.12	(?)	Флорида	Clarke a. Wheeler, 1922
Porites favosa Dana	95.84		(2.05)					Silliman,* 1846
Porites fragosa Dana	93.88		(1.56)					
Porites cylindrica Dana *	94.81		(0.95)					„
Porites limosa Dana	94.41		(0.90)					„
Porites sp. (3)	93.1		(1.48)					„
Porites sp. (3)	95.94		0.62				Bermuda	„ Högbom, 1894
Oculina diffusa Lamarck	99.47	0.41	следы	0.05	0.07	(?)	Тортугас, Флорида	Clarke a. Wheeler, 1922
Oculina arbuscula							Гольфштрем	Scharples, 1871
Oculina sp.	96.20	0.36						Högbom, 1894

* Анализы Silliman не могут быть пересчитаны и поэтому даются в первоначальной форме. Везде входят орг. вещества и H_2O. Под „P_2O_5“ показаны — фосфаты, SiO_2. Silliman указывает на F. Однако прямых определений не было сделано. Анализы устарели.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3 Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Madrepora prolifera Linné (*M. muricata*) . . .	99.38	0.14	следы	0.07	0.20	0.21	Багамские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Madrepora palmata (*M. muricata* L. v. *palmata*) . . .							Гольфштрем	Sharples, 1871
Madrepora palmata (*M. muricata* L. v. *palmata*) . . .	94.81		(0.74)				Гольфштрем	Silliman,* 1846
Madrepora cervicornis								Sharples, 1871
Madrepora plantaginea Lam. . . .	94.88		(0.71)					Silliman,* 1846
Madrepora spicifera Lam. (*M. armata* Brook)	92.81		(0.6)					"
Astraea cellulosa .		0.542						Forchhammer, 1849
Astraea orion * . .	96.47		(0.80)					Silliman,* 1846
Astraea sp. (5) . .	94.51		(0.86)					"
Madrepora prolifera Lam.	95.09		(0.30)					"

турой, pH и др., среды тканей, в которых он выделяется. Для кальцита или какой-либо другой модификации $CaCO_3$, очевидно эта среда будет иной.

В связи с этим возникают вопросы о составе скелетов тех видов, ныне вымерших, которые явились родоначальниками, напр. для современных *Hexacoralliae* из *Tetracorallia* или др. Непосредственное определение кристаллической структуры их скелетов, однако, невозможно вследствие процессов минерализации, превращающих арагонит в более устойчивый кальцит. По этой причине в органогенных осадках уже ниже мела мы арагонита как правило в ископаемых скелетах *invertebrata* не встречаем.

На помощь может притти более тонкое изучение химического состава скелетов ископаемых организмов и путем сравнения их состава с составом современных организмов. Присутствие отдельных микроэлементов в известных количествах типично для определенных известковых и известково-магнезиальных организмов.

* Анализы Silliman не могут быть пересчитаны и поэтому даются в первоначальной форме. Везде входят орг. вещества и H_2O. Под „P_2O_5“ показаны — фосфаты, SiO_2. Silliman указывает на F. Однако прямых определений не было сделано. Анализы устарели.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

5. Octocoralliae

Содержание органического вещества в этих кораллах выше других, напоминая содержание органического вещества в губках. По содержанию минерального остатка в различных *Alcyonaria* — их семейства (или виды внутри семейства) могут быть расположены в известном порядке. Имеет ли это какое-либо систематическое значение (а, следовательно, и генетическое), должно показать будущее. Продолжая сравнение химического строения скелетов *Alcyonaria* с *Porifera* (*Calcareae*), напомним, что скелеты *Alcyonaria* и в морфологическом отношении имеют много общего с *Porifera*. Их спикулы по своему химическому элементарному составу одинаковы с составом спикул магнезиально-кальциевых губок (*Calcareae*), отличаясь составом органического вещества (смотри — Fürth, 1926, Mörner, Henze и др.; сравни состав органического вещества *Gorgoniidae* и *Pennatulidae*). На значительное содержание Mg в скелете *Alcyonariae* сравнительнос другими *Caelenterata* было обращено внимание довольно поздно. В ранних анализах часто отмечается нахождение лишь $CaCO_3$, реже фосфатов (Hatchett, Fourcroy, Vauquelin, Merat-Guillot).[1] Vogel, 1814 г., и Morozzo, 1788 г., указывают Mg в *Corallium rubrum*. Vogel находит для *Corallium* до 7% $MgCO_3$, а затем Witting в нем же до 6% $MgCO_3$. В 50-х гг. прошлого столетия устанавливается взгляд на *Alcyonariae* как на организмы, которые по своему высокому содержанию $MgCO_3$ в скелетах могли бы участвовать в образовании доломитов. Еще больший интерес к составу скелетов *Alcyonariae* возбуждается высказанными A. Clarke и прекрасно развитыми в работах Clarke и Wheeler идеями на зависимость содержания $MgCO_3$ в скелетах *Alcyonaria* от температурных условий места обитания.

Все анализы *Alcyonariae* дают $MgCO_3$ в минеральном скелете от 6 до 17%. Исключение составляет *Heliopora*, в них лишь 0.35% $MgCO_3$. С морфологической стороны *Heliopora* (и *Tubipora*) отличаются от остальных *Alcyonariae*. Скелеты всех *Alcyonaria* внутренние. У *Heliopora* имеется наружный трубчатый скелет, благодаря которому *Heliopora* сближают с вымершим палеозойским отрядом *Tabulata*. Скелет *Heliopora*, по Meigen (который еще не имел химических анализов), сложен из кристаллов арагонита, как у *Hexacorallia* и *Hydrocorallina*. Все же другие виды *Alcyonaria* (в том числе и *Tubipora*) в скелете имеют кристаллы кальцита, многочисленные определения которого у разных видов были сделаны Sorby, Kelly, Meigen, Bütschli,[2] Schmidt. По аналогии с прежними соображениями можно поставить вопрос о существовании арагонитовых скелетов и среди вымерших видов, близких *Heliopora*, напр. *Tabulata*.

[1] Krukenberg и др. Jolly дает анализ „Coral rouge" (по Quinton) с 0.376 $MgCO_3$ (?); см. анализы, приведенные у Kunz.

[2] Указывает на большое содержание Mg в *Tubipora musica* (чем отличается от *Heliopora*).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 96

Химический состав *Octocorallia* (в % зольного остатка)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3 Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Heliopora cerulea Pallas	98.93	0.35	следы	0.07	0.15	0.50	Филиппинские острова	Clarke a. Wheeler, 1922
Heliopora cerulea Pallas	95.54		(1.0)					Silliman, 1846
Tubipora purpurea Lamarck	84.61	12.23	следы	0.57	1.40	1.19	Сингапур	Clarke a. Wheeler, 1922
Tubipora musica		3.83					„	Forchhammer, 1852
Corallium elatior Ridley	86.57	11.56	0.40*	0.15	0.00	1.32	Япония	Clarke a. Wheeler, 1922
Corallium rubrum	88.84	9.18	(0.72)			1.26	Средиземное море	Bütschli, 1908
„	90.18	6.27				0.5		Vogel, 1816
„	91.45	3.80		(4.8)				Witting,* 1832
„ (?)	55.0							Merat-Guillot, 1797
„		9.32					Средиземное море	Nichols, 1906
„		2.13						Forchhammer, 1849
Pennatula aculeata Dana	85.62	7.71	3.12*	1.01	1.70	0.84	Banquereau 44°47′ с. ш. 56°33′ з. д.	Clarke a. Wheeler, 1922
Pennatula sp.	(48.9)[1]		[1]					Fremy, 1855
„	85.0	неопр.	2.49	0.85			Stavanger	Delff, 1912
Gorgonia subfruticosa Dana	79.84	13.43	0.47*	0.28	0.55	5.43	Fiji	Clarke a. Wheeler, 1922
Gorgonia acerosa Pallas	81.45	12.52	3.64*	0.22	0.22	1.95	Bahama	Clarke a. Wheeler, 1922
Gorgonia acerosa Pallas	79.48	13.29	2.87*	0.24	0.04	4.08	Южная Флорида	Clarke a. Wheeler, 1922
Gorgonia citrina[2]	85.29	13.43	0.22*				Tortugas	Phillips, 1922
Gorgonia acerosa Pallas	85.76	13.39	0.44*				„	Phillips, 1922
Gorgonia flabellum	86.04	13.12	0.44*				„	Phillips, 1922
Gorgonia sp. (?)	88.83	9.29	0.45*	прис.	прис.	1.43	Охотское море	А. П. Виноградов, 1933

[1] В сухом остатке коралла.

[2] В анализах Phillips под „P_2O_5“ показано „$Ca_3 P_2O_8$“.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3 Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Gorgonia antipathes[1]								Silliman, 1849
Alcyonium carneum L. Agass. . . .	84.50	6.66	5.19*	следы	1.50	2.15	Нью Фаундлэнд	Clarke a. Wheeler, 1922
Alcyonium palmatum	88.42	9.63	(1.02)			0.93	Средиземное море	Bütschli, 1908
Alcyonium digitatum	(46.65)		3.23				?	Weigelt, 1891
Alcyonium rigidum (спикулы) . . .		10.50					Samoa	Phillips, 1922
Plexaurella grandiflora, Verrill. . .	85.61	13.79	следы	0.15	0.45	следы	Australia	Clarke a. Wheeler, 1922
Plexaurella dichotoma							Bahama	Phillips, 1922
Plexaurella dichotoma		2.11						Nichols, 1906
Plexaurella sp. . .	86.75	12.08	0.15*				Tortugas	Phillips, 1922
Plexaura homomalla	86.29	12.01	0.04*				»	»
Plexaura flexuosa .	80.87	16.90	0.35*				»	»
Pseudoplexaura crassa	86.71	12.12	0.19*				Florida, Tortugas	»
Eunecia Roussiani.	86.76	11.45	0.12*				Florida, Tortugas	»
» *crassa* . .	87.27	11.46	0.09*				Florida, Tortugas	»
» *Tourneforti*		2.78					Bahama	Nichols, 1906
Muricea humilis Milne-Edwards .	84.47	12.64	0.54*	0.07	0.50	1.73	Brasilia	Clarke a. Wheeler, 1922
Muricea echinata, Valenciennes . .	83.79	12.28	0.83*	0.06	0.11	2.93	Нижняя Калифорния	Clarke a. Wheeler, 1922
Paramuricea borealis Verrill. . . .	85.11	8.03	1.43*	0.30	0.44	4.69	Grand Banks	Clarke a. Wheeler, 1922
Paragorgia arborea Milne-Edw. a. Haime	88.04	9.05	0.56*	0.03	0.15	2.17	Nova-Scotia	Clarke a. Wheeler, 1922

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	$CaCO_3$	$MgCO_3$	P_2O_5	Al_2O_3 Fe_2O_3	SiO_2	$CaSO_4$	Место сбора	Авторы
Xiphigorgia anceps Pallas	80.96	13.04	1.96*	0.07	0.14	3.83	Южная Флорида	Clarke a. Wheeler, 1922
Xiphigorgia anceps Pallas	84.91	13.23	0.26*				Tortugas	Phillips, 1922
Rhipidogorgia flabellum Linné . .	83.38	12.64	1.09*	0.28	0.21	2.40	Bermuda	Clarke a. Wheeler, 1922
Rhipidogorgia flabellum Linné . .	80.75	13.19	2.80*	0.07	0.24	2.95	Bahama	Clarke a. Wheeler, 1922
Leptogorgia rigida Verrill.	75.36	14.13	7.95	0.21	0.28	2.07	California	Clarke a. Wheeler, 1922
Leptogorgia pulchra Verrill.	74.99	13.71	8.27*	0.03	0.09	2.91	„	Clarke a. Wheeler, 1922
Phyllogorgia quercifolia Dana . . .	72.99	15.73	8.57	0.26	0.34	2.11	Brasilia	Clarke a. Wheeler, 1922
Ysis hippuris . . .		6.36						Forchhammer, 1849
Briarium asbestianum	85.13	13.21	0.13*				Florida, Tortugas	Phillips, 1922
Pleurocorallium Johnsoni Gray .	93.87	6.03	(0.1)		следы		Канарские острова	Anderson, 1891
Primnoa reseda Verrill.	90.39	6.18	0.83*	0.88	0.13	1.59	Novo-Scotia	Clarke a. Wheeler, 1922
Lepidisis caryophyllia Verrill. . . .	92.24	6.92	следы	0.05	0.11	0.68	38°53′00″ с. ш. 69°23′30″ з. д.	Clarke a. Wheeler, 1922
Ctenocella pectinata Valenciennes. . .	81.44	15.65	0.88*	0.13	0.21	1.69	Австралия	Clarke a. Wheeler, 1922

Вернемся к химическому составу магнезиально-известковых *Alcyonariae* (см. табл. 96). Мы видим довольно широкие колебания в содержании $MgCO_3$ в скелетах от 6 до 17%, т. е. более чем в два раза. Clarke и Wheeler показали, что высокое содержание $MgCO_3$ в скелетах *Alcyonariae* принадлежит видам, взятым из теплых морей. Виды, полученные из холодных областей, содержат мало $MgCO_3$. Иными словами, количество Mg в скелете является функцией температуры местообитания. Эта закономерность рас-

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

пространяется, как мы видели, и на некоторые другие организмы с магнезиальноизвестковым скелетом и, например, по отношению к скелетам всех *Echinodermata*. Температурный режим имеет на земле зональное распределение. Этим устанавливается известная зональность и в отношении химического состава морских (да и наземных)[1] организмов. В табл. 97 приведены известные данные, показывающие зависимость между содержанием Mg в скелете *Alcyonaria* и температурой их мест обитания. Наблюдающиеся отклонения от правила невелики. Виды, имеющие ареал обитания в водах Арктики и Антарктики, содержат, в среднем, около 6—12% $MgCO_3$. Виды тропиков и субтропиков до 17% $MgCO_3$, остальные имеют переходные количества $MgCO_3$. Несомненно общие и закономерные для всех видов *Alcyonariae* изменения химического состава скелетов должны сказаться в каких-то общих морфологических изменениях видов одного ареала. К этому вопросу в более общей форме мы вернемся при описании *Echinodermata*.[2]

Несколько слов о содержании P и S в *Alcyonariae*. Еще Hatchett отмечал заметные количества P в *Gorgoniae*, а также Silliman, Fremy, Valenciennes (в *Pennatulae*), Schmidt-Nielsen; Clarke и Wheeler находили обычно около 0.5% P_2O_5 в сухом веществе, но в видах сем. *Leptogorgiae* и *Phyllogorgiae* до 8% $Ca_3P_2O_8$ на золу, на что они обратили внимание. Повышенному содержанию P отвечает и относительно высокое содержание Mg в этих видах. Факт высокого содержания P сам по себе замечателен. Но, чтобы утверждать его значение как признака вида или рода, необходимо увеличить число наблюдений. Относительно низкое содержание серы (или даже ее отсутствие, как наблюдал, напр., Fremy) в *Alcyonaria* является ошибочным, так как во многих случаях исследователи прибегали при этом к сжиганию *Alcyonaria*, что ведет к потере серы. Определение S в скелетном (органическом) веществе *Alcyonariae* имеются у Mörner, Cook, Henze. Для щелочей нет систематических определений. Кремниевых *Coelenterata* нет. Содержание Si в *Alcyonaria* ничтожно. Указания на высокое содержание Si в *Coelenterata* основаны на ошибках.[3] Количество его не превышает десятых процента сухого вещества.

6. Содержание тяжелых и других металлов в Coelenteratae

Отсутствие более полных анализов *Coelenterata* отчасти может быть объяснено трудностью получения материала. Известные находки тяжелых металлов, редких земель в скелетах *Alcyonariae* дают основание думать, что мы можем здесь встретиться с повышенным содержанием некоторых из редких земель, Sr, Li, Ti и др.

[1] См. о составе лёсса.

[2] Clarke, напр., обращает внимание, что в компактных формах — в скелетах *Alcyonariae* — напр. *Corallium* — меньше Mg.

[3] См. Haime о содержании SiO_2 в *Lejopathes glaberrinae*.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 97

Содержание $MgCO_3$ в скелетах *Alcyonariae* в зависимости от местообитания (в $^0/_0{}^0/_0$ золы)

Название вида	$MgCO_3$	Местообитание		Название места сбора	Авторы
		Широта	Долгота		
Gorgonia sp. (?)	9.29	42°15′ сев. ш.	130°55′5″ вост. долг.	Охотское море	А. П. Виноградов, 1933
Alcyonium carneum Agass.	6.66	45°11′ сев. ш.	55°51′ зап. долг.	Newfound-land	Clarke a. Wheeler, 1922
Paragorgia arborea Verrill.	9.05	ок. 43° сев. ш.	62° зап. долг.	Nova-Scottia	Clarke a. Wheeler, 1922
Pennatula aculeata Dana .	7.71	44°47′ сев. ш.	56°35′ зап. долг.	Атлантический океан	Clarke a. Wheeler, 1922
Primnoa reseda Verrill. .	6.18	42°16′ сев. ш.	63°15′ зап. долг.	Nova-Scottia	Clarke a. Wheeler, 1922
Paramuricea borealis Verrill.	8.03			Grand Banks	Clarke a. Wheeler, 1922
Lepidisis caryophyllia . .	6.92	38°13′ сев. ш.	69°21′ зап. долг.	Off Nantuchet	Clarke a. Wheeler, 1922
Rhipidogorgia flabellum .	12.64	32° сев. ш.		Bermuda	Clarke a. Wheeler, 1922
Tubipora musica	3.83			Средиземное море (?)	Forchhammer, 1849
Corallium rubrum	6.27			То же	Vogel, 1816
"	3.80			"	Witting, 1832
"	9.18			"	Bütschli, 1908
"	9.32*			"	Nichols, 1906
"	2.13			"	Forchhammer, 1849
Alcyonium palmata . . .	9.63			"	Bütschli, 1908
Ysis hippuris	6.36				Forchhammer, 1849
Corallium elatior Ridley .	11.56	33° сев. ш.		Япония	Clarke a. Wheeler, 1922
Gorgonia acerosa	12.52	25°5′ сев. ш.		Baham	Clarke a. Wheeler, 1922
"	13.29	23°3′ сев. ш.		Florida	Clarke a. Wheeler, 1922
Pleurocorallium Johnsoni Gray	6.03	25°45′ сев. ш.	20°12′ зап. долг.	Канарские острова	Anderson, 1891
Gorgonia citrina	13.43	ок. 25° сев. ш.		Tortugas	Phillips, 1922
Gorgonia acerosa	13.39	ок. 25° сев. ш.		"	"
Plexaurella sp. (?) . .	12.08	ок. 25° сев. ш.		"	"
Eunecia crassa	11.46	ок. 25° сев. ш.		"	"

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

(Продолжение)

Название вида	$MgCO_3$	Местообитание		Название места сбора	Авторы
		Широта	Долгота		
Eunecia rousseani	11.45	ок. 25° сев. ш.		Tortugas	Phillips, 1922
Plexaurella homomalla	12.01	ок. 25° сев. ш.		»	»
Pseudoplexaura crassa	12.12	ок. 25° сев. ш.		»	»
Briarium asbestianum	13.21	ок. 25° сев. ш.		»	»
Gorgonia flabellum	13.12	ок. 25° сев. ш.		»	»
Xiphigorgia anceps	13.23	ок. 25° сев. ш.		»	»
Plexaurella dichotoma	14.12	ок. 25° сев. ш.		»	»
Plexaura flexuosa	16.90	ок. 25° сев. ш.		»	»
Rhipidogorgia flabellum	13.19	25° сев. ш.		Baham	Clarke a. Wheeler, 1922
Leptogorgia pulchra Verrill.	13.71	24°36′ сев. ш.		Lower, California	Clarke a. Wheeler, 1922
Plexaurella dichotoma	2.11*	ок. 25° сев. ш.		Baham	Nichols, 1906
Eunecia tourneforti	2.78*			»	»
Leptogorgia rigida Verrill.	14.13	22°52′ сев. ш.		Cape San-Lucas	Clarke a. Wheeler, 1922
Xiphigorgia anceps Pallas	13.04	23°30′ сев. ш.		Florida	Clarke a. Wheeler, 1922
Muricea echinata Valenc.	12.28	22°52′ сев. ш.		Cape San-Lucas	Clarke a. Wheeler, 1922
Gorgonia suffruticosa	13.43	18° южн. ш.	ок. 178° зап. долг.	Fiji	Clarke a. Wheeler, 1922
Plexaurella grandiflora Verrill.	13.79	ок. 13° южн. ш.		Brasilia	Clarke a. Wheeler, 1922
Alcyonium rigidum	10.50	ок. 12° южн. ш.	ок. 178° зап. долг.	О-в Самоа	Phillips, 1922
Ctenocella pectinata Valenc.	15.65	ок. 10° южн. ш.		Torres Strait	Clarke a. Wheeler, 1922
Muricea humilis	12.64	ок. 8° южн. ш.		Brazilia	Clarke a. Wheeler, 1922
Phyllogorgia quercifolia Dana	15.73	3°50′ южн. ш.	32°25′ зап. долг.	»	Clarke a. Wheeler, 1922
Tubipora purpurea Lam.	12.23	1°20′ сев. ш.	103°50′ вост. долг.	Singapore	Clarke a. Wheeler, 1922

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Fe, Mn, Cu, Zn в Coelenterata. Fe. В части анализов, которые мы привели выше, имеются данные для Fe. Наблюдения Schneider, McCollum, Witting носят качественный характер. McMun выделил из *Actiniae* пигмент,[1] близкий по его мнению к гемоглобину, так называемый actiniochrom, содержащий Fe. McCollum дает определения в *Aurelia* и в *Cyanea* (соке) Fe. Vogel высказал в свое время взгляд о том, что окраска *Corallium rubrum* зависит от присутствия железа. С другой стороны, Hooper не нашел Fe в белом коралле. Окраска первого однако зависит от органического пигмента, и во всех исследованных кораллах было найдено Fe. Систематические определения Fe находим у Phillips.

Таблица 98

Содержание Fe и Mn в *Coelenterata* (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)

Название вида	Fe	Mn	Авторы
Plexaura homomala	0.0105	0.00080	Phillips, 1922
Gorgonium flabellum	0.016	0.00095	„
Pseudoplexaura crassa	0.0215	0.0011	„
Plexaura flexuosa	0.0215	0.0006	„
Eunicea crassa	0.0130	0.00045	„
Eunicea rissoae	0.0170	0.00030	„
Briarium	0.0180	0.00055	„
Xiphigorgonia anceps	0.0160	0.00040	„
Gorgonia acerosa	0.030	0.00070	„
Aurelia aurita			McCollum, 1913
„			„
Cyanea			„
„			„
Cassiopea xamachana	0.0008	0.0005	Phillips, 1922

Mn. Определения Mn почти исключительно качественного характера. Pichard указал Mn в медузах, Fox и Ramage также в медузе *Cosmetira* (Mn, Fe, Cu).

Phillips дает для Mn (табл. 98) серию определений. Содержание Mn колеблется от n. 10^{-4} до n. 10^{-5} $^0/_0$ на живой вес. В таблице сведены эти данные.

Zn. Относительно нахождения Zn имеются более определенные количественные данные, в общем показывающие, что содержание Zn в *Coelenterata* меньше, чем, например, в *Crustacea, Mollusca* и в некоторых других *Invertebrata*. Zn в *Coelenterata*, в среднем, во много раз больше, чем Cu, как это наблюдается и для других *Invertebrata*.

[1] О нем см. более новые работы Roche, Dhéré и др.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 99

Содержание Zn и Cu в *Coelenterata* (в %% сухого вещества)

Название вида	Zn	Cu	Авторы
Pocillopora		0.0002	Forchhammer 1865
Actinosa metridium		0.0001	Severy, 1923
Medusa sp.		0.00015*	Rose a. Bodansky, 1920
»	0.00125*		Bodansky, 1920
Anthea cereus		0.00235[1]	Dubois, 1900
Physalia		0.00022[1]	Rose a. Bodansky, 1920
» (2)	0.0013*		Bodansky, 1920
Plexaura homomila	0.008	0.0030	Phillips, 1922
Gorgonium flabellum	0.0122	0.0013	»
Plexaura flexuosa	0.0012	0.0012	»
Pseudoplexaura crassa	0.00115	0.0011	»
Eunicia crassa	0.0032	0.0007	»
» *rissoae*	0.0033	0.0009	»
Briareum sp.	0.00225	0.00045	»
Xiphigorgonia anceps	0.0074	0.0007	»
Gorgonia acerosa	0.0104	0.0006	»
Cassiopea xamachana	0.00310	0.00105	Ulex

Cu. Медь присутствует в *Coelenterata* сравнительно с другими *Invertebrata*, особенно имеющими в крови гемоцианин, в меньших количествах. Таким образом, из тяжелых металлов, повидимому, у *Coelenterata* превалирует Fe и отчасти Zn. Cu была обнаружена многими;[2] см. табл. 99.

Другие металлы.[3] В *Coelenterata* были найдены также Pb, Ag; Forchhammer определил в *Pocillopora alcicornis* около 0.0002% Pb и следы Ag. Fox и Ramage отмечают сильные линии Pb при спектральном анализе золы *Cosmetirae pilosella*. Нами указан Ti, Pb в коралле (из *Gorgoniidae*) (осевом скелете) из Охотского моря.

Элементы редких земель. Все известные качественные нахождения элементов редких земель относятся главным образом к *Alcyonariae*. Crookes в своих работах указывает на присутствие Y в *Gorgoniidae* и затем пишет, что: „*Gorgoniae* of the species *Melitoea* and *Mussa sinuosa* undoubtedly remove from sea water not merely lime but also yttria and other recent corals *Pocillopora damicornis* and *Symphyllia* close to the yttria-secreting *Mussa*,

[1] На живое вещество.

[2] См. Ulex.

[3] Taylor указывает V в актинии, не приводя ссылки. Указание, вероятно, сделано по ошибке.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

separate *samaria* from sea-water." Черник опробовал на редкие земли несколько видов и отмечает их присутствие (но без указания какие именно).[1]

Щелочные и щелочно-земельные металлы. Li качественно найден Fox и Ramage в *Cosmetirae.* О нахождении Rb и Cs в кораллах имеются очень общие указания. Присутствие Sr в кораллах многократно обнаруживалось, количественных же определений нет. Vogel находил Sr в кораллах и других морских организмах. Dieulafait обнаружил его в различных морских известковых организмах; Moretti уже в 1813 г. указывал Sr в различных мадрепоровых кораллах; Fox и Ramage в медузе наблюдали сильные линии Sr. Эти определения говорят за всеобщее распространение Sr в морских организмах и не только в имеющих известковые скелеты, но и в бесскелетных формах, как, например, медузы. Нами Sr указан в одной *Gorgonia.* Noll нашел следующие количества Sr в кораллах: *Porites clavaria,* Les. (Флорида) — 0.4_2% Sr в золе; *Corallium rubrum,* L. (Сицилия) — 0.17 Sr в золе. *Millepora alcicornis,* L. (Флорида) — 0.43 Sr в золе. О распространении Sr в *Invertebratae* см. при *Mollusca.*

Для Ba единственное указание дает Forchhammer, который нашел его в одной *Alcyonariae.*

Бор в *Coelenterata.* Goldschmidt и Peters определили содержание B в скелетном веществе различных современных кораллов. Бор находится в них от 0.001 до 0.1% B_2O_3. В ископаемых (палеозойских) кораллах B было найдено ими меньше — 0.05—0.005%. Авторы обращают внимание, что рифообразующие кораллы более богаты B, чем другие (табл. 100).

Таблица 100

Содержание бора в *Coelenterata* (в %% сух. вещ. скелет.)

Название вида	B	Авторы
Hexacorallia		
Lophohelia authophyllides	0.03	Goldschmidt u. Peters
Amphihelia oculata	0.03	"
Herpetolitha limax	0.015	"
Dendrophyllia ramea	0.003	"
Pachyseris valenciennese	0.015	"
Porites clavaria	0.015	"
Octocorallia		
Isidella lofotensis	0.0015	"
Pennatula phosphorea	0.0003	"
Tubipora purpurea	0.015	"
Corallium rubrum	0.015	"

[1] По частному сообщению.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Ga в *Alcyonariae*. Нами указан в неопределенном виде коралла из Охотского моря (из сем. *Gorgoniidae*).

Ar в *Siphonophorae*.

В пузыре *Physaliae* газ по составу примерно отвечает составу воздуха. Quadrifages нашел в нем 17.78% O_2 — остальное N и CO_2. Schlaesing Files и Richard определили 15.1% O_2, 83.2% N, кроме того и Ar, содержание которого оказалось „нормальным" — равным содержанию в воздухе — 1.18% по объему, тогда как в пузырях рыб с глубины 1385 м (напр., у *Synaphobronchus*) O_2 до 80% и отношение N : Ar в пузыре было иное, чем в воздухе, а при пересчете составляло 1.94% Ar, т. е. повышено относительно содержания Ar в воздухе.

В различных организмах делались определения Ar, и как правило его содержание (или вернее отношение N : Ar) не отличалось от содержания в воздухе (Hackspill).[1]

7. Металлоиды в Coelenterata

J, Br, Cl и F в Alcyonaria. *Alcyonariae* в отличие от других *Coelenterata* — организмы, концентрирующие галоиды, в частности J и Br, которые в них находятся в виде галоид-органических соединений. В этом отношении они близки к *Cornacuspongidae*, имеющим идентичные иодорганические комплексы. Кроме того, *Alcyonariae* известны нам пока как единственные концентраторы Br. Его содержание в них иногда превосходит в десятки раз содержание J. Других „бромных" организмов не открыто.[2] Balard первый нашел в 1825 г. J в *Gorgoniae*, а несколько лет спустя Sarphati в *Gorgoniae flabellum* (а также и в *Flustra foliaceae*),[3] а затем J был найден качественно многими другими — Witting в *Corallium rubrum*; Silliman[4] в ряде форм нашел J и Br (см. далее Van Rossum, Balard). Систематическое изучение нахождения J в *Alcyonariae* начинается работами Drechsel, нашедшего в скелетном веществе *Gorgonia Cavolini* 7.49% J. Иод был связан с органическим веществом скелета, которое Drechsel описал, как иодгоргоновую кислоту, по свойствам близкую к dijodtyrosin губок. Позже Henze и другие повторили эти исследования на других видах *Alcyonaria*. Наиболее полную картину о нахождении J, Br и Cl в скелетном веществе *Alcyonaria* дал Mörner.

Имея в виду, что *Alcyonaria* и другие *Octocorallia* теряют при высушивании до 80% воды, можно рассчитать, что в живом веществе *Alcyonaria* содержание иода колеблется между 10^{-2}—10^{-4} %, т. е. того же порядка, что в водорослях и губках. Closs нашел в живом веществе *Paramuricea placomus* 0.0124% J, а в *Alcyonium digitatum*:

[1] Определения, сделанные в дрожжах и т. п. Pictet, Scherrer, Helfer, ошибочны.

[2] Они вероятно найдутся среди других „иодных" организмов — водорослей, губок.

[3] Мшанка.

[4] В *Gorgonia Antipathes*, в растворимой части золы нашел Cl 14%; Br 35.0%; J 13% (на растворимый остаток).

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

В плотных частях — 0.00078% J на жив. вещ.; 0.0046% J на сух. вещ.
В жидкостях тела — 0.000031% J на жив. вещ.; 0.00065% J на сух. вещ.

Отсюда следует, что иод в *Alcyonariae* концентрируется в опорных частях. Данных о содержании J (и Br) в скелетном веществе *Alcyonariae* довольно много.

Содержание J (и Br) в скелетном веществе разных семейств и видов имеет известную дифференциацию. Например, все виды *Plexaura* и *Eunecia* (сем. *Plexauridae*) характеризуются содержанием более или менее одинаковых количеств J (около 1% в сухом веществе скелетов) при содержании в нем Br раза в два-три большем, чем J; в то же время виды сем. *Gorgoniae* содержат J больше, чем Br, и в отдельных видах его содержание неравномерно, достигая в некоторых случаях, как, например, у *Gorgonia Cavolini*, *G. graminea* и др., до 7% J. *Leptogorgia* имеет мало J и в 5—10 раз больше Br; сем. *Pennatulidae* содержит мало J и относительно много Br и т. п. Своеобразное содержание J и Br в видах трех названных семейств заставляет нас думать, что этот признак тесно связан со всей организацией этих *Alcyonaria* (табл. 102).

Иодгоргоновая кислота, выделенная Drechsel, при ближайшем исследовании Wheeler, James, Henze, Sugimoto, действительно оказалась 3—5-di-J-tyrosin. Mörner показал, что выделенное им Br-органическое соединение из *Primnoa* является 3—5-di-Br-тирозин. В аналогичном соединении находится, повидимому, и Cl. Здесь мы имеем пример изоморфного замещения галоидами в молекуле тирозина.[1] Возможно существование и других соединений J, Br, Cl в скелетном веществе (табл. 103).

J и Br в других Coelenterata. Vireg нашел J в медузах, а Stratingh и Fyfe в мадрепоровых кораллах. Для *Hexacorallia* количественных определений почти неизвестно, но содержания J (и Br) в них несравнимо меньше, чем в *Alcyonariae*. В медузах и *Actiniae* в общем около $10^{-4}\%$, J в сух. вещ., а содержание Br иногда выше,[2] на что обратил внимание еще Sarphati для *Rhizostoma* и *Cyanea*. Вероятно, отношение J : Br в них напоминает такое же для морской воды, иначе говоря концентрации J (и Br) в них нет. Нахождение Br в *Aurelia* и *Cyanea* отмечает McCollum (табл. 103).

Haurowitz u. Waelsch в *Vilella spirans* нашли Br и J (или F?!!).

As, F. Определений F нет. Silliman в *Hexacoralliae* и др. допускает содержание F из пересчета анализа, а не из непосредственных определений. Указан в скелетах *Hexacoralliae* Sharples, Forchhammer и др. качественно.

As в Coelenterata. Bertrand нашел в актинии *Chitonactis Richardi* $1.5 \cdot 10^{-6}\%$ As в сух. веществе.

[1] В Биогеохим. лаб. Акад. Наук СССР Симориным было найдено в гидроиде *Sertularia pumila* (Кольский залив) — $1.35 \cdot 10^{-1}\%$ Br (на жив. вес!), а в актинии оттуда же — *Chondractinia digitata* — $9 \cdot 10^{-3}\%$ Br (жив. вес!), т. е. близко к содержанию Br в морской воде.

[2] См. состав морской воды и примечания. Можно предположить, следовательно, что *Medusae* не концентрируют Br.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Таблица 101

Содержание J в *Alcyonariae* и других *Octocorallia* (в %% веса сухого вещества)

Название вида	J	Авторы	Место сбора
Corallium rubrum	0.00044	Fellenberg	Средиземное море
Paramuricea placonuos	0.0398	Closs, 1931	Bergen
Alcyonium digitatum	0.0022	"	
Caligorgia (?) (скел. вещ.)	0.099	Cameron, 1914—15	Тихоокеанское побережье, Канада
"	0.057	"	Тихоокеанское побережье, Канада

Таблица 102

Содержание галоидов в органическом комплексе различных *Alcyonariae* (в %% сухого вещества)

Название вида	J	Br	Cl	Авторы
Сем. *Gorgoniidae*				
Gorgonia Cavolini	5.49—7.79	1.98	0.16	Drechsel, Mörner
" *verrucosa*	6.92	1.62	0.17	Mörner
" *graminea*	5.58	1.3	0.12	Mörner
" *citrina*	1.17	—	—	Sugimoto
" *acerosa*	0.79—1.7	0.61—0.82	0.04	Mörner, Mendel, Sugimoto
" *flabellum*	0.80—1.15	—	—	Mendel, Sugimoto
" *setosa*	0.70—0.77	0.89	0.18	Mörner
Xiphigorgia unceps	0.96—1.58	0.23	0.17	Mörner, Sugimoto
Другие виды *Gorgonia* (12)	0.02—0.62	0.37—2.61	0.1	Mörner, Sugimoto
Сем. *Antipathidae*				
Cirripathes spiralis Bl.	5.45	нет	0.43	Mörner
Arachnopathes ericoides Esp.	6.14	—	0.68	Mörner
Другие виды *Antipathidae* (6)	0.02—2.43	0.38—1.53	0.42—0.73	Mörner, Allen
Сем. *Gorgonellidae* (2)	0.12—2.21	0.66—1.98	0.04—0.16	Mörner
" *Plexauridae* (27)	0.11—2.63	0.96—4.2	0.09—0.86	Mörner, Sugimoto, Cook, Mendel
" *Isididae* (2)	1.58—2.03	0.74	0.1	Mörner
" *Muriceidae*				Mörner, Cook
" *Pennatulidae* (11)	следы 0.2	0.09—1.89	0.08—0.13	Mendel, Mörner, Cook и др.
" *Alcyoniidae* (2)	0.05—0.15			Mörner
" *Primnoidae* (2)	0.05—0.12	2.94—3.76	0.07—0.08	Mörner

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Радиоактивные элементы в Coelenterata. Allen для *Antipathes abies* отметил чрезвычайно слабую радиоактивность, меньшую, чем давала морская вода.

Таблица 103

Содержание J в *Hydrozoa, Hexacorallia, Actinia* (в $^0/_0{}^0/_0$ сухого вещества)

Название вида	J	Место сбора	Авторы
Medusae			
Obelia longissima	0.013	Тихоокеанское побережье, Канада	Cameron, 1914—15
Aequorea forskolia	0.000	Тихоокеанское побережье, Канада	„
Aurelia flavidula	0.000	Тихоокеанское побережье, Канада	„
„	5.10^{-5}*		McCollum, 1913
Actinia			
Metridium marginatum	0.000	Тихоокеанское побережье, Канада	Cameron, 1914—15
Bolocera (?)	0.000114*		Lunde a. Madsen
„ (3)	0.000261*	вблизи Bergen'а	Closs, 1931
Hexacorallia и др.			
*Acropora varia***	0.00025	Средиземное море	Fellenberg, 1924

8. Ctenophoral

Ctenophorae — планктонные бесскелетные организмы, относимые к *Coelenteratae.*

Опорное вещество (скелет) — органического характера. По Vernon в *Ctenophora* содержится огромное количество воды — сухой остаток их составляет $0.60^0/_0$ у *Böroe ovata* и даже $0.24^0/_0$ у *Cestus veneris*, что однако сомнительно.

Анализов тканей тела *Ctenophora* нам неизвестно.

Cameron пытался определить J в *Pleurobrachia*, которого оказалось меньше $0.000n^0/_0$ на сухое вещество. В работах Needham с сотрудниками имеются данные о содержании в том же организме (*Pleurobrachia pileus.*) фосфатов (P — $1.1^0/_0$ в живом веществе).

---

* На живое вещество.

** Wilcke — Dörfurt указывает на отсутствие этого вида в Средиземном море.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Имеются в продаже:

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ, II

1932. 119 стр. С 4 фиг. Ц. 3 руб.

Содержание: **А. П. Виноградов.** Ванадий в организмах (стр. 1). — **B. Brunowsky.** Studien über die Konzentration des Radiums durch Lebewesen (9). — **К. Г. Кунашева.** Определение углерода в некоторых видах *Acridiidae* (27). — **G. G. Bergmann.** Zur Frage der chemischen elementaren Zusammensetzung der Insekten in aufeinander folgenden Stadien (31). — **К. Ф. Терентьева.** Минеральный состав скелетов некоторых современных иглокожих (45). — **Е. С. Бурксер, В. Л. Мильгевская** и **А. С. Бендерская.** Опыты определения рубидия в некоторых растениях (85). — **E. A. Cholodovskij.** Détermination du nombre d'individus et des constantes géochimiques Δ et α lorsqée la reproduction des êtres organiques se fait non pas annuellement, mais périodiquement dans un certain intervale de temps (91).

ТРУДЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ, II

(Приложение)

1931. 52 стр. С 13 фиг. Ц. 1 р. 25 коп.

Содержание: От редакции. — **Л. А. Портенко.** Производительные фауны Новой Земли.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Новые книги:

БОЛЬШОЙ АЛТАЙ. Сборник материалов по проблеме комплексного изучения и освоения естественных производительных сил Алтайско-Иртышского района. Под общей редакцией акад. А. Н. Самойловича и акад. В. А. Обручева. 1934. 604 стр. с 1 картой и 3 табл. В коленк. перепл. Цена 24 руб.

АКАДЕМИЯ НАУК ЗА ЧЕТЫРЕ ГОДА (1930—1933). Речи и статьи Непременного Секретаря и акад. В. П. Волгина. 1934. 119 стр. Цена 2 руб. 25 коп.

ПРОБЛЕМЫ ВОЛГО-КАСПИЯ. I. (Труды ноябрьской сессии 1933 г.). 1934. 428 стр. В коленк. перепл. Цена 15 руб.

ПРОБЛЕМЫ ВОЛГО-КАСПИЯ. II. (Труды ноябрьской сессии 1933 г.). 1934. 720 стр. с 4 табл. В коленк. перепл. Цена 18 руб.

ТРУДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА. Том IV. 1934. 139 стр., 11 табл., 2 карты. Цена 7 руб. 50 коп.

ТРУДЫ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИОЛОГИИ и БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ (ЛАБИФР). Том I. 1934. 256 стр. Цена 8 руб.

ЭКСПЕДИЦИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР 1933 г. Научно-популярные очерки. 1934. 320 стр. с многочисленными иллюстрациями. Цена 8 р.

Все издания Академии Наук СССР высылает почтой Книжный магазин Издательства — Ленинград, 11. Просп. 25 Октября, № 29.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4

Цена 14 руб. 50 коп.

ПРИЕМ ЗАКАЗОВ И ПОДПИСКИ

на все издания Академии Наук СССР производится 1) Отделом распространения Издательства Академии Наук. Ленинград 53, В. О., Менделеевская линия 1, тел. 5-92-62. 2) Московским Отделением Издательства: Москва, ул. Горького, 20/2.

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2013/01/18 : CIA-RDP81-01043R001500030004-4